

UNIVERSITATEA „ȘTEFAN CEL MARE” SUCEAVA
Facultatea de Silvicultură

Ing. Ioan Ciornei

DESEN TEHNIC

Curs pentru învățământul la distanță

2008

CUPRINS

1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE. STANDARDE GENERALE UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

1.1 . NOȚIUNI INTRODUCTIVE

- 1.1.1.Scopul, obiectul și importanța desenului tehnic
- 1.1.2.Standard de stat. Rolul și importanța lor în desenul tehnic
- 1.1.3.Clasificarea desenelor tehnice

1.2.STANDARDE GENERALE UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

- 1.2.1.Formatele desenelor tehnice
- 1.2.2.Linii în desenul tehnic
 - 1.2.2.1. Trasarea corectă a liniilor
 - 1.2.2.2. Exemple de utilizare a liniilor în desenul tehnic
- 1.2.3. Indicatorul în desenul industrial
 - 1.2.3.1. Utilizarea pe planșe a spațiului pentru desen, text și indicator
- 1.2.4. Împăturirea desenelor
- 1.2.5. Scări utilizate
 - 1.2.5.1.Scări numerice utilitate în desenul tehnic industrial
 - 1.2.5.2. Scări utilizate în desenul tehnic de construcții
 - 1.2.5.3. Notarea scărilor pe desen

2. NOȚIUNI DE DESEN GEOMETRIC. CONSTRUCȚII GEOMETRICE ELEMENTARE

- 2.1.Racordarea a două cercuri printr-un arc la care cercurile sunt tangente în exterior
- 2.2.Racordarea a două cercuri printr-un arc la care cercurile sunt tangente în interior
- 2.3.Racordarea unui cerc cu o dreaptă
- 2.4.Racordarea a două drepte
- 2.5.Racordarea unui cerc cu o dreaptă când se cunoaște un punct de tangență pe cerc
- 2.6.Racordarea unui cerc cu o dreaptă când se cunoaște un punct de tangență pe dreaptă
- 2.7.Racordarea a două cercuri când se cunoaște un punct de tangență pe unul din cele două cercuri
- 2.8.Racordarea a două drepte când se cunoaște un punct de tangență pe una din drepte
- 2.9.Tangenta comună la două cercuri
- 2.10.Construcția ovalului când se cunosc axele acestuia

3. ELEMENTE DE GEOMETRIE DESCRIPTIVĂ

- 3.1. Introducere.
- 3.2. Proiecții. Sisteme de proiecție
- 3.3. Punctul
 - 3.3.1. Reprezentarea punctului în dublă proiecție ortogonală.
 - 3.3.2. Reprezentarea punctului în triplă proiecție ortogonală.
- 3.4. Dreapta
 - 3.4.1. Reprezentarea dreptei în dublă proiecție ortogonală
- 3.5. Proiecția cotată
- 3.6. Aplicații

4. REPREZENTAREA OBIECTELOR

- 4.1.Dispunerea proiecțiilor
- 4.2. Reprezentarea axonometrică
- 4.3. Aplicații
- 4.4. Reprezentări axonometrice izometrice și în epură

5. REPREZENTAREA VEDERILOR, SECȚIUNILOR ȘI RUPTURILOR

- 5.1.Reprezentarea vederilor
- 5.2.Reprezentarea secțiunilor
- 5.3.Clasificarea secțiunilor în desenul tehnic industrial (profil mecanic)
- 5.4.Clasificarea secțiunilor în desenul tehnic de construcții
- 5.5.Reprezentarea rupturilor și hașurilor
- 5.6. Întocmirea desenului de relevu
- 5.7. Întocmirea desenului la scară

6.COTAREA ÎN DESENUL INDUSTRIAL ȘI DE CONSTRUCȚII

5.1 .Considerații generale privind cotarea

5.2 .Elementele cotării

7.INDICAȚII DE DETALIU ÎN DESENUL DE CONSTRUCȚII

Bibliografie

1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE. STANDARDE GENERALE UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

1.1. INTRODUCERE

1.1.1 Scopul, obiectul și importanța desenului tehnic

Desenul tehnic este reprezentarea grafică plană, la care se folosesc metodele geometriei descriptive și o serie de reguli și convenții stabilite prin standardele de stat, în vederea reprezentării unor obiecte, suprafețe etc. cât și pentru transmiterea concepțiilor tehnice.

Desenul tehnic este un mijloc indispensabil pentru exprimarea în tehnică a tuturor elementelor privind proiectarea, execuția și controlul unui produs.

Această disciplină pune la dispoziția tuturor celor ce lucrează în tehnică, indiferent de nivelul pregătirii lor profesionale, metode grafice atât pentru reprezentarea unei concepții tehnice cât și pentru interpretarea ei, în vederea materializării acesteia.

În desenul tehnic, reprezentările sunt însoțite de toate explicațiile necesare privind metodele de fabricație, procedeele tehnologice folosite, calitatea suprafețelor, precizia, indicații asupra tratamentelor speciale ce trebuie să fie aplicate etc.

Cu ajutorul desenului tehnic se studiază fazele de fabricație de la materia brută la produsul finit. Pe măsura dezvoltării industriei și tehnicii, desenul tehnic s-a perfecționat și s-a extins ca utilizare și în alte domenii ale tehnicii.

Ținând seama de faptul că atât proiectarea cât și execuția diferitelor construcții angrenează colective tot mai largi de ingineri, tehnicieni și muncitori, care în multe cazuri nu se găsesc în aceeași localitate sau nici măcar în aceeași țară, cum este în cazul colaborării tehnice și științifice dintre țara noastră și alte țări, se înțelege de la sine că fără desenul tehnic, cooperarea în acest domeniu nu ar putea avea loc.

De aici rezultă clar că desenul tehnic a devenit un mijloc indispensabil de legătură între concepția și execuția tehnică, realizate pe plan național sau internațional.

Ca urmare faptului că regulile de reprezentare în desenul tehnic au în majoritatea cazurilor valabilitatea generală și că pe zi ce trece se tinde spre internaționalizarea lor totală, se poate afirma că desenul tehnic a devenit un limbaj tehnic internațional.

1.1.2. Standarde de stat. Rolul și importanța lor în desenul tehnic

Datorită dezvoltării producției industriale, s-a impus ca o necesitate firească unificarea modului de reprezentare în tehnica desenului și ca atare, aplicarea unor norme și prescripții la proiectare și execuție, în condiții identice, a elementelor componente și a ansamblurilor.

Dezvoltarea continuă a industriei noastre a condus la standardizarea regulilor de reprezentare în desenul tehnic. Aceste norme și prescripții sunt înscrise în standardele de stat având denumirea prescurtată de STAS - uri.

Un STAS este precizat prin cuvântul "STAS", numărul de ordine al stasului respectiv, două cifre care reprezintă anul în care a fost elaborat. De exemplu: STAS 6916-64, se compune din numărul de ordine (6916) și anul în care a apărut (1964). Activitatea de standardizare pe plan mondial este coordonată de "Organizația Internațională de Standardizare" (I.S.O.), cu sediul la Zurich, și care are ca obiective, îmbunătățirea și aplicarea eficientă a standardelor în toate țările afiliate ei.

Începând cu anul 1990 multe dintre standardele românești pentru desen - tehnic, au fost reactualizate în conformitate cu cerințele I.S.O. STAS - urile reactualizate conform I.S.O. sunt notate printr-un alt indicativ care cuprinde:

- literele SR (STAS românesc);
- literele ISO (adaptat conform ISO);
- cifre (numărul de ordine al STAS - ului);
- cifre (anul elaborării).

Spre exemplu: SRI ISQ 7200:1994 este un STAS românesc adaptat cerințelor ISO, având numărul de ordine 7200 și care a fost elaborat în anul 1994.

Standardele de desen servesc ca bază atât la reprezentările obișnuite ale pieselor, subansamblurilor, ansamblurilor, instalațiilor etc. cât și la reprezentările schematice în toate domeniile de specialitate tehnică.

Aplicarea regulilor, prevăzute în STAS - uri, este obligatorie punând la dispoziția proiectanților, executanților și tehnicienilor de toate categoriile, elemente tipizate cât mai simplificate și uniformizate pentru exprimarea concepției tehnice și care duc la economie de muncă și de timp și implicit la reducerea costului produselor.

1.1.3. Clasificarea desenelor tehnice

Clasificarea desenelor tehnice se face după mai multe criterii care, la rândul lor, pot fi combinate, ca de exemplu: un desen de execuție poate fi un desen de piesă, un desen de ansamblu, un desen de construcții etc.

Conform STAS 415-80 desenele tehnice se pot clasifica astfel

➤ ***după domeniul la care se referă desenul:***

- **desen industrial**, care se referă la reprezentarea obiectelor și a concepției tehnice, privind structura, construcția, funcționarea și realizarea obiectelor din domeniul construcțiilor de mașini, construcțiilor navale, construcțiilor aerospațiale, din domeniul electrotehnic și energetic, construcțiilor metalice în general etc.
- **desenul de construcții**, care se referă la reprezentarea construcțiilor de clădiri, a lucrărilor de artă (poduri, tunele etc), a căilor de comunicații, a construcțiilor hidrotehnice etc.
- **desenul de arhitectură**, care se referă la concepția funcțională și estetică a construcțiilor, la evidențierea elementelor decorative și de finisare etc.
- **desenul de instalații**, care are ca obiect reprezentarea ansamblurilor sau a elementelor de instalații aferente unităților industriale, construcțiilor etc.
- **desenul cartografic**, care se referă la reprezentarea regiunilor geografice sau a suprafețelor de teren cu formele de relief, construcțiile și amenajările existente etc.
- **desenul de sistematizare** (urbanistic), care se referă la reprezentarea concepțiilor de ansamblu și de detalii în vederea amenajării teritoriilor, centrelor populate, unităților industriale sau agricole etc.

➤ ***după modul de prezentare a desenului.***

- **desenul de proiecție ortogonală**, în care elementele și dimensiunile obiectelor rezultă din reprezentarea acestora prin proiecții perpendiculare pe unui sau mai multe plane de proiecție;
- **desenul în perspectivă**, în care elementele și dimensiunile obiectului rezultă dintr-o singură reprezentare ce dă imaginea spațială a obiectului respectiv, obținută prin proiecție în perspectivă sau axonometrică a acestuia pe planul de proiecție.

➤ ***după modul de întocmire:***

- **șchița**, care este un desen ce se întocmește, în general, cu mâna liberă, păstrând proporțiile între dimensiunile obiectului, în limitele aproximației vizuale și care servește drept bază pentru executarea desenului la o scară standardizată.
- **desenul la scară**, se întocmește cu ajutorul instrumentelor de desen, la o scară standardizată.

➤ ***după modul de detaliere a reprezentării.***

- **desenul de ansamblu**, care servește la reprezentarea formei, structurii și funcționalității unui ansamblu (obiect) compus din mai multe piese sau elemente;
- **desenul de piesă sau element**, are ca scop reprezentarea și determinarea formei și mărimii unei piese sau a elementului respectiv.

➤ ***după destinație:***

- **desenul de studiu**, întocmit de regulă la scară, servește drept bază pentru executarea desenului definitiv;
- **desenul de execuție**, întocmit la scară, cuprinzând toate datele necesare execuției obiectului reprezentat;
- **desenul de montaj**, întocmit în scopul precizării modului de asamblare sau amplasare a părților componente ale obiectului reprezentat;
- **desenul de prospect sau catalog**, întocmit în scopul prezentării și identificării obiectului reprezentat

➤ ***după conținut***

- **desenul de operații**, care conține datele necesare executării unei singure operații, ca de exemplu: turnarea, forjarea, așchierea etc.

- ***după valoarea ca document:***

subțire) pentru decuparea copiei desenului original. Dimensiunile acestui contur sunt axb , iar valorile lor sunt indicate în tabelul 2.1.

Prin SR ISO 5457-94 sunt stabilite două tipuri de formate:

- **formate de bază** (seria A, ISO), având dimensiunile indicate în tabelul 2.1 (cu recomandarea ca utilizarea formatului A5 să fie evitată pe cât posibil);

- **formate derivate**

Pentru delimitarea formatelor, se ia, drept modul, formatul A4.

În cazul în care, pentru desene, nu este posibilă folosirea formatelor de bază, se vor utiliza formatele derivate.

Formatele derivate se obțin din formatele de bază prin mărirea uneia dintre dimensiunile a sau b ale acestora cu un multiplu întreg al dimensiunii corespunzătoare modulului, conform tabelului 2.2

Tabelul 2.1

Simbol	Dim. axb [mm]	Suprafața [m^2]	Număr module
A0	841 x 1189	1	16
A1	594 x 841	0,5	8
A2	420 x 594	0,25	4
A3	297 x 420	0,125	2
A4	210 x 297	0,0625	1
A5	148 x 210	0,3125	0,5

Tabelul 2.2

Simbol	Dimensiuni
A3x3	420 x 891
A3x4	420 x 189
A4x3	297x 630
A4x4	297x 841

Formatele alungite excepționale au suprafețele mai mari, obținute prin același procedeu de multiplicare, conform tabelului 2.3.

Tabelul 2.3

Simbol	Dimensiuni
A0x2	1189 x 1682
A0x3	1189 x 2523
A1x3	841 x 1783
A1x4	841 x 2378

Excepție de la această regulă o fac formatele A5.

Dimensiunea a a formatelor derivate nu poate avea valoare mai mare de 841 mm.

Atât la formatele de bază cât și la cele derivate, dimensiunea a este considerată dimensiunea laturii mici a formatului respectiv.

Dimensiunile a și b ale formatelor pot avea următoarele abateri limită:

- dimensiuni până la 150 mm $\pm 1,5$ mm;
- dimensiuni 150 ...600 mm $\pm 2,0$ mm;
- dimensiuni peste 600 mm $\pm 3,0$ mm.

Notarea formatelor se face în colțul dreapta jos sub indicator. Pe formatele normale se înscrie simbolul formatului din tabelul 2.1, partea numerică a simbolului reprezentând convențional dimensiunile formatului respectiv, în succesiunea în care acestea sunt indicate în tabel (axb).

La formatele derivate înainte de simbolul formatului de bază corespunzător, se înscrie un număr întreg sau zecimal, care reprezintă raportul dintre suprafața formatului derivat și suprafața celui de bază, aceasta din urmă fiind considerată drept unitate.

Formatul de bază este acel format normal care are aceeași dimensiune a , ca și formatul derivat respectiv.

Formatul derivat din fig.2.2, a, se notează cu 0,75 A1. La stabilirea părții numerice a simbolului formatului derivat, s-a pornit de la suprafața celor două formate de bază și derivat, ținându-se seama de numărul de module ale fiecărui

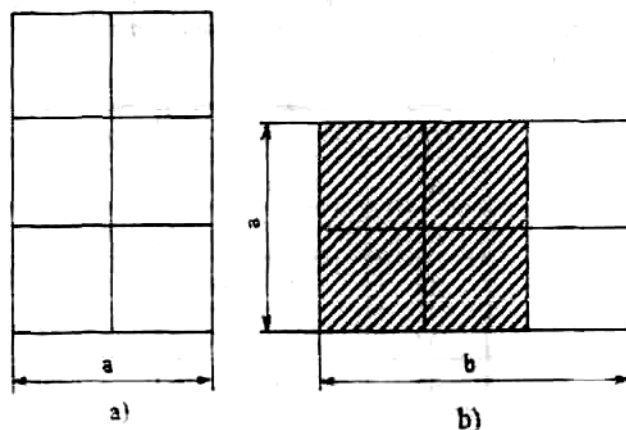


Fig. 2.2

format. Astfel formatul derivat conține 6 module iar cel de bază A1 are 8 module. Raportul dintre suprafețele celor două formate este $6/8 = 0,75$. În mod analog s-a procedat și pentru formatul din fig. 2.2. b, care se notează cu 1,5 A2 (unde $1,5 = 10/8$).

La stabilirea formatului de bază s-a ținut seama de faptul că dimensiunea a pentru acest format trebuie să fie aceeași cu dimensiunea a pentru formatul derivat.

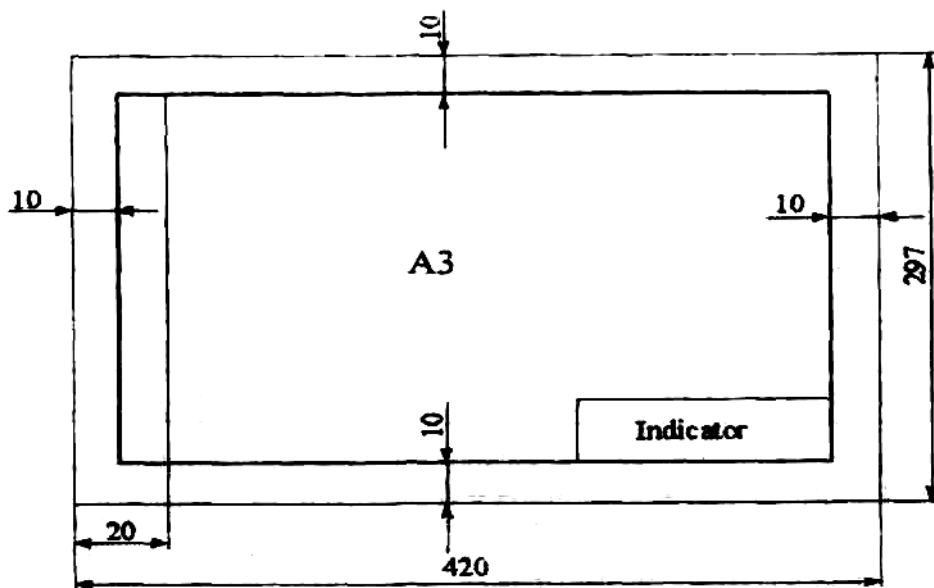


Fig.2.3

Elementele grafice permanente, pe care trebuie să le conțină atât formatele de bază cât și cele derivate, pot fi urmărite în figura 2.1.

Linia chenarului, 2, se trasează cu linie continuă groasă, la distanța de 10 mm față de conturul formatului de desen, pentru formatele A2, A3 (fig. 2.3) și A4 iar pentru formatele A0 (fig.2.4) și A1, distanța dintre chenar și marginea formatului se recomandă să fie de 20 mm.

Fâșia de îndosariere este fonnajă dintr-un spațiu liber de 20 x 297 mm, rezervat pentru

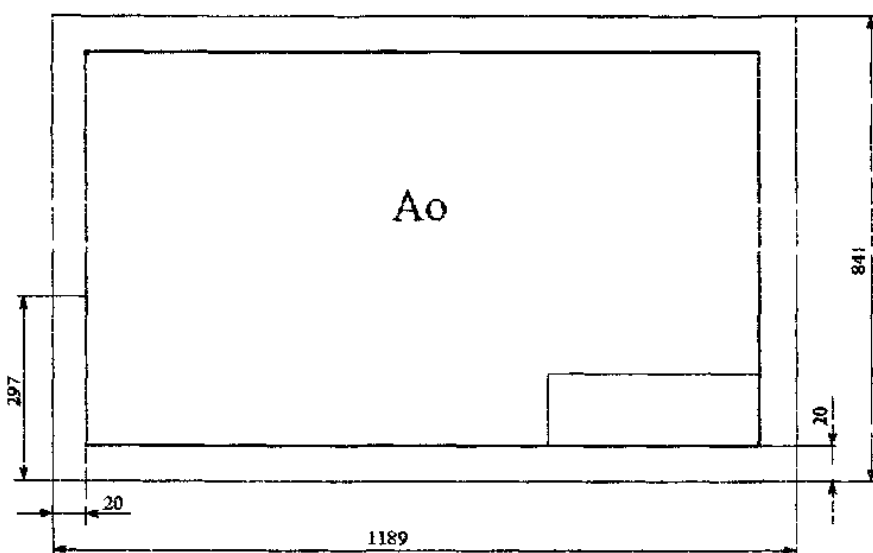


Fig. 2.4

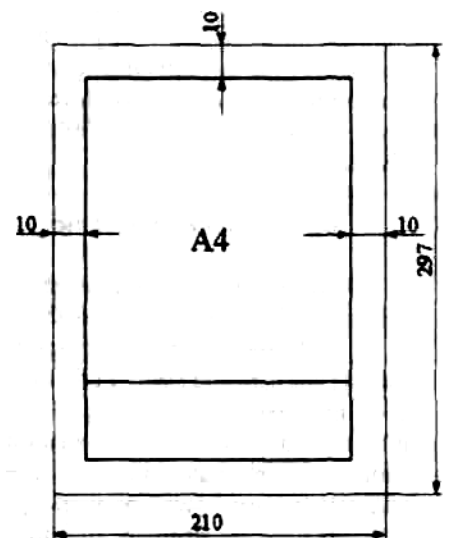


Fig. 2.5

perforarea copiei. Fâșia de îndosariere, se prevede la toate formatele, pe latura din stânga formatului și se delimitează pe desen printr-o linie continuă subțire. Excepție de la această regulă o fac formatele A5 și A4 și derivatele sale, folosite cu dimensiunea b drept bază și în care cazuri fâșia de îndosariere este delimitată de linia chenarului (fig.2.5). Prin baza formatului, se înțelege, latura inferioară a acestuia, în poziția normală de citire a desenului, adică de jos în sus și de la stânga la dreapta, latură pe care este amplasat indicatorul.

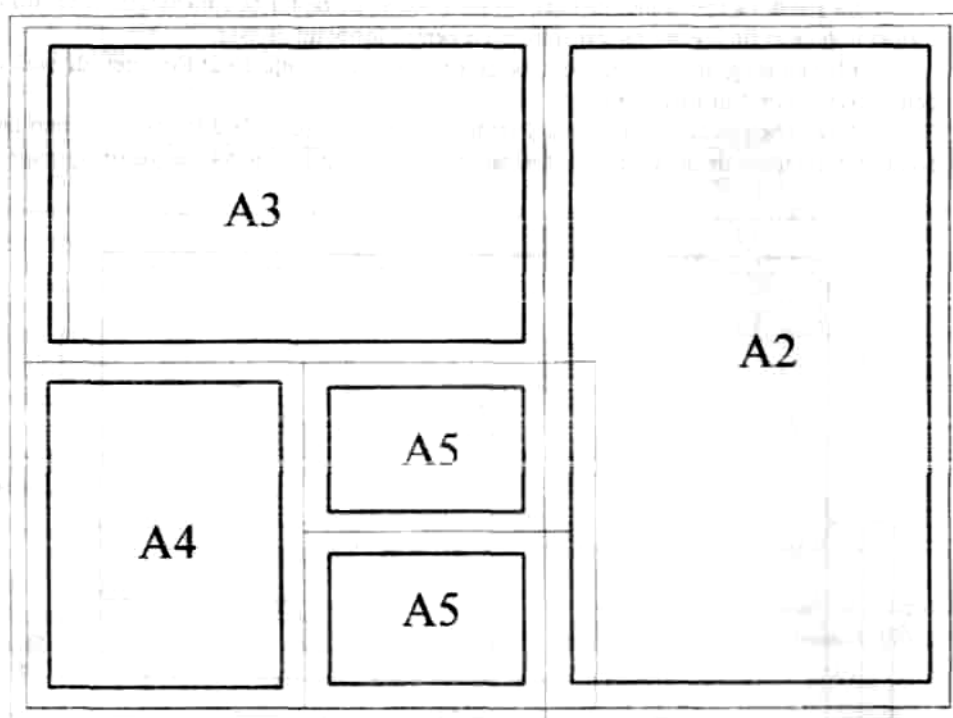


Fig 2.6

Formatele pot fi utilizate având ca bază oricare dintre dimensiunile a , și b . Excepție de la această regulă o fac formatele A4 la care întotdeauna latura de dimensiune a se ia ca bază și la formatele A5 a căror bază este întotdeauna latura de dimensiune b . În figura 2.6 se indică modul de folosire a unei coli de hârtie, când pe aceasta, în cadrul unui contur unic pentru decuparea desenului original, pot fi executate mai multe desene originale și ale căror copii vor fi separate prin decupare. În aceste cazuri, la fiecare desen se vor respecta regulile privind mărimea formatului și elementele grafice pe care trebuie să le conțină.

2.2 Linii în desenul tehnic

Tabelul 2.4

Simbol	Denumire	Aspect	Domenii de utilizare
A	Linie continuă groasă		Contururi reale și muchii reale vizibile
B	Linie continuă subțire		B_1 - muchii fictive vizibile. B_2 - linii de cotă. B_3 - linii ajutătoare de cotă. B_4 - linii de indicație. B_5 - hașuri. B_6 - secțiuni suprapuse. B_7 - linie de axă scurte. B_8 - linie fund filete.
C			Linii de ruptură pentru delimitarea vederilor și secțiunilor.
D			Linii de ruptură pentru delimitarea vederilor și secțiunilor pentru desenele pe calculator.
E	Linie întreruptă groasă		Contururi și muchii acoperite.
F	Linie întreruptă subțire		Contururi și muchii acoperite
G	Linie punct subțire		G_1 - linie axă. G_2 - trasee plane de simetrie. G_3 - traiectorii. G_4 - suprafețe de rostogolire.
H	Linie punct mixtă		Traseul urmei planului de secționare.
I	Linie punct groasă		Indicarea suprafețelor cu prescripții speciale.
K	Linie două puncte subțire		Contur piese învecinate. Pozii intermediare și extreme ale pieselor mobile. Contur piese înainte de fasonare.

Liniile utilizate în desenul tehnic pentru axe, contururi, muchii acoperite, linii ajutătoare, linii de cotă, hașuri se execută conform STAS 103 - 84 (tabelul 2.4).

În desene, în cazuri speciale (scheme, semne convenționale), se admite folosirea și a altor tipuri de linii care sunt stabilite prin standardele respective sau care nu sunt cuprinse în standarde, cu obligația explicării semnificației lor, printr-o legendă pe desen. Grosimea de bază b a liniilor utilizate în desenul tehnic industrial este cea a liniei continue groase, ce se alege în funcție

de mărimea, complexitatea și natura desenului și se păstrează aceeași pentru toate reprezentările executate la aceeași scară, pe aceeași planșă pentru o anumită piesă, obiect sau corp. Grosimea liniilor se alege din următorul șir de valori date în mm: 2,0; 1,4; 1,0; 0,7; 0,5; 0,35; 0,25 și 0,18, ultima valoare se evită a fi folosită, pe cât posibil. Grosimea de trasare a liniilor subțiri este de aproximativ $b/3$.

Lungimea segmentelor și intervalele dintre acestea trebuie să fie uniforme de-a lungul aceleiași linii întrerupte, linie-punct și linie-două puncte.

Pentru a asigura calitatea desenului, distanța dintre două linii paralele nu trebuie să fie mai mică decât dublul grosimii liniei mai groase, cu recomandarea ca această distanță să fie de minimum 1 mm. Tipul și grosimea liniilor utilizate la întocmirea desenelor de construcții conform STAS 1434-83, sunt prezentate în tabelul 2.5.

1.2. 2.1 Trasarea corectă a liniilor

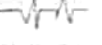
Linia întreruptă se reprezintă printr-o succesiune de segmente egale cu 2-6 mm și egal distanțate între ele. Segmentele de 2 mm se utilizează în cazul liniilor scurte, iar cele de 6 mm lungime pentru linii lungi. Intervalele dintre segmente se iau egale cu $1/4-1/3$ din lungimea unui segment, adică de 0,5 - 0,7 mm pentru linii scurte și de 1,5 - 2 mm pentru linii lungi.

Linia-punct se reprezintă printr-o succesiune de segmente egale cu 2 - 30 mm, alternate cu puncte egal distanțate. Pentru linii scurte, segmentele se reprezintă egale cu 3 mm, iar intervalul dintre capătul unui segment și punctul apropiat se ia egal cu 1 mm.

Pentru linii lungi, segmentele se reprezintă de 30 mm lungime, iar intervalul între segment și punctul apropiat se ia de 2 mm.

În desenul de construcții se mai utilizează linii continue și pentru indicarea rupturilor în elementele de construcții

Tabelul 2.5

Tipul liniei		Destinația
Continuă (C)	Groasă (C_1) 	Contururi de secțiune, tabele, chenare pentru desene.
	Mijlocie (C_2) 	Contururi și muchii văyute în vederi și secțiuni. Curbe de nivel principale. Construcții geometrice.
	Subțire (C_3) 	Linii de cote, linii ajutătoare de cotă, hașuri, axe de goluri de uși și ferestre, linii de referire sau de indicație pentru cote, notări sau observații scrise pe desen, contururi de secțiuni rabătute. Curbe de nivel curente.
	Subțire cu zigzag (C_3) 	Linii de ruptură și întreruperi.
	Subțire ondulată 	Linii de ruptură și întreruperi.
Întreruptă (I)	Mijlocie (I_1) 	Contururi și muchii acoperite de alte elemente.
	Subțire (I'_1) 	Părți situate în fața planului de secționare.
Linie punct (P)	Mijlocie (P_2) 	Orice fel de axe cu excepția celor indicate la C_3 și P_1 .
	Subțire (P_3) 	Axele geometrice ale pieselor componente. Trasee de escționare. Linii de întrerupere.

Liniiile discontinue (linia întreruptă și linia punct) se reprezintă respectându-se următoarele reguli:

- linia discontinuă începe și se termina cu un segment
- întreruperea liniilor discontinue se face întotdeauna segment pe segment;
- reprezentarea punctelor pe linii discontinue se face pe segment de linie și nu în porțiunea intervalului.

Grosimea de bază a liniilor se stabilește în funcție de mărimea și de natura desenului, între 0,2 și 2 mm.

1.2.2.2 Exemple de utilizare a liniilor în desenul tehnic

Liniile se simbolizează prin literele majuscule lantine, astfel:

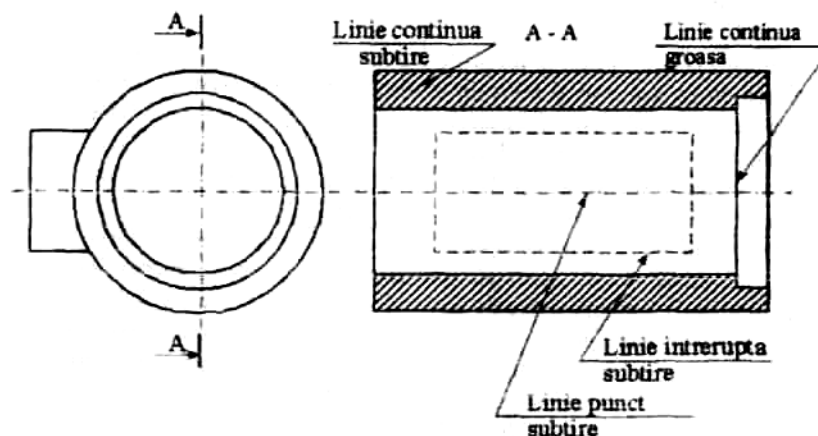


Fig. 2.7

Linia continuă groasă (C1) folosită la:

- contururi și muchii reale vizibile, învederi și secțiuni (fig.2.7);

Linia continuă mijlocie (C2), folosită

- curbe de nivel principale, construcții geometrice;

Linia continuă subțire (C3) folosită la

- liniile ajutătoare și liniile de cotă;
- muchiile fictive;
- liniile de hașură (fig.2.7);
- conturul secțiunilor suprapuse;
- liniile de indicație pentru poziționări, notări și observații înscrise pe desen (fig.2.7);
- reprezentarea simplificată a liniilor de axă (axe și liniile centrelor pentru găurile care, pe desen, au dimensiuni mai mici de 10 mm);
- diagonalele trasate pe fețele paralelipipedelor, triunchiurilor de piramidă și porțiunilor de cilindri teșite plan, având formă de patrulater.
- liniile de ruptură pentru delimitarea vederilor și secțiunilor parțiale în piese din orice material, cu excepția lemnului, trasate ondulat;
- liniile de ruptură în piese din lemn (fig.2.8), trasate în zig-zag;

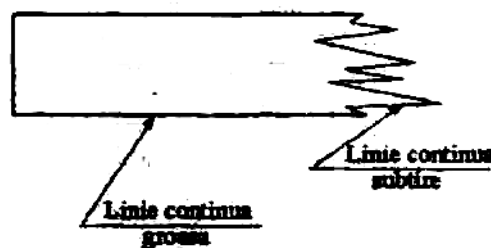


Fig.2.8

Linia întreruptă subțire (I2), folosită la:

- liniile de contur sau muchii reale acoperite.

Linia-punct subțire (P) este folosită la:

- axe de simetrie (fig.2.7);
- elementele rabătute în planul de secționare;
- linia de contur și muchiile părții situate în fața planului de secționare;

Linia-punct mixtă, folosită la: indicarea suprafețelor cu prescripții speciale.

1.2.3 Indicatorul în desenul industrial

Indicatorul este un tabel situat pe latura de jos a formatului A4 sau în dreapta jos la formatele de desen mai mari și servește la identificarea desenului și a obiectului reprezentat și conține datele principale asupra acestuia. Indicatorul se aplica pe fiecare desen de execuție, respectiv pe fiecare din planșele ce îl compun.

Forma, dimensiunile, modul de amplasare și de completare a indicatorului sunt prevăzute în SR ISO 7200:1994, care înlocuiește parțial STAS 282-86.

În principal indicatorul este alcătuit dintr-o zonă (dreptunghi) de identificare și una sau mai multe zone (dreptunghiuri) de informații suplimentare care se pot prevedea deasupra sau în stânga.

Zonele de informații generale cuprind elemente de specific tehnic, administrativ sau indicative. Elementele de specific tehnic se pot referi la modul de indicare a stării suprafețelor, a toleranțelor geometrice etc. Cele de ordin administrativ cuprind referiri la formatul de desen, data realizării desenului etc. De asemenea, prin SR ISO 7200:1994 se precizează că agenții economici își pot realiza indicatoare proprii, de firmă, pe baza unor principii generale,

În figura 2.9 este prezentat indicatorul conform SR ISO 7200:1994, cu dimensiunile necesare desenării și modul de completare. Semnificația notațiilor din figura 2.9 este următoarea:

- 1- Numărul de înregistrare sau identificare a desenului;
- 2- Denumirea desenului (piesei);
- 3- Metoda de proiecție (reprezentare): E sau A (europeană sau americană);
- 4- Scara principală a desenului. Celelalte scări se vor trece în vederea sau secțiunea la care se utilizează;
- 5- Unitatea de exprimare a dimensiunilor liniare, alta decât "mm", dacă este cazul;
- 6- Material (marca)/standard în vigoare;
- 7- Masa netă (kg);
- 8- Starea suprafeței conform SR ISO 4287-1: 1993 și SR ISO 1302: 1995;
- 9.00- Prima ediție a desenului/ data elaborării;
- 9.01- Indicele aferent modificării/ data și fișa de modificare;
- 10 - Societatea care realizează produsul

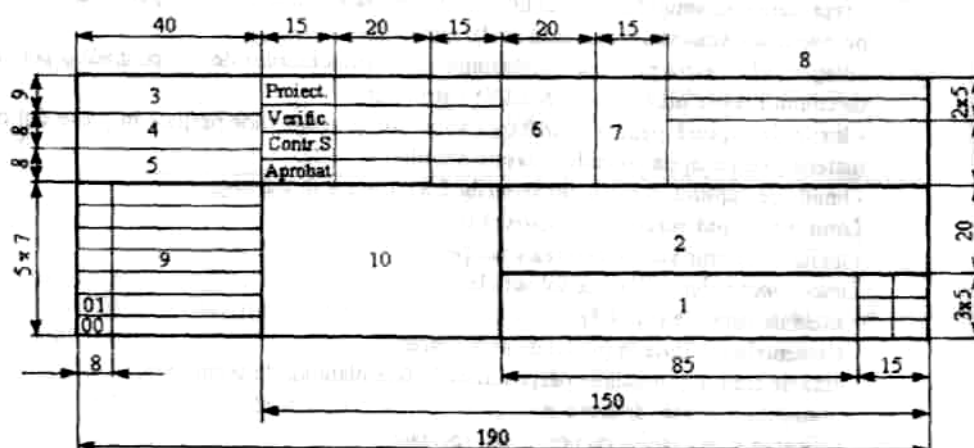


Fig 2.9

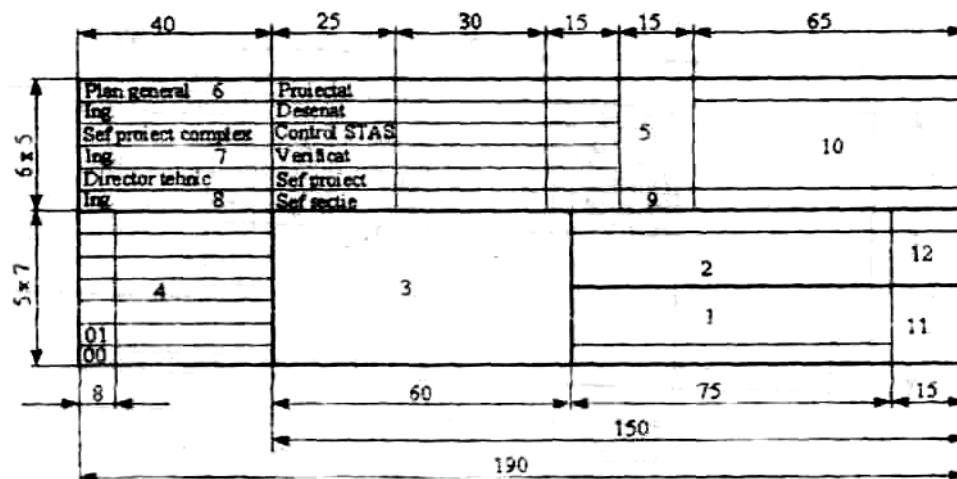


Fig 2.30

În cazul unui desen cu mai multe planșe, pe prima planșă, deasupra indicatorului, se trece "planșa 1/n. celelalte planșe având numerotația respectivă corespunzătoare (2/n, 3/n etc).

În conformitate cu SR ISO 7200:1994, **indicatorul pentru desenele de construcții** a fost reactualizat, în sensul cuprinderii zonei de identificare și a particularităților specifice desenului de construcții. Dimensiunile geometrice și modul de completare a acestui tip de indicator este prezentat în figura 2.30.

Semnificația notațiilor din figura 2.30 este următoarea:

- 1 - Numărul de înregistrare al desenului (planșei);
- 2 - Denumirea desenului (planșei);
- 3 - Proprietarul desenului (planșei);

- 4.00 - Prima ediție a desenului (data elaborării);
- 4.01 - Data modificării;
- 5- Scara principală a desenului;
- 6- Plan general / nume / semnătura;
- 7- Șef proiect complex / nume/ semnătura;
- 8- Director tehnic / nume / semnătura;
- 9- Unitatea de exprimare a dimensiunilor liniare;
- 10- Denumirea proiectului,
- 11- Numărul curent al desenului;
- 12- Simbol proiect

În figura 2.31 este prezentat un alt tip de indicator, în care se înlocuiesc zonele 6,7 și 8 cu zona notată cu 13 (baza topografică). Celelalte zone sunt identice ca semnificație cu cele menționate la figura 2.30.

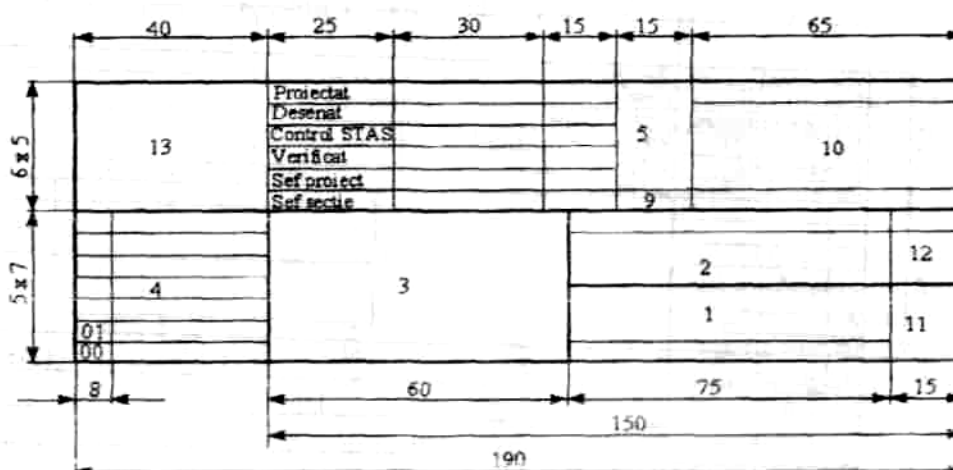


Fig. 2.31

1.2.3.1 Spații rezervate pentru desen, text și indicator pe planșele de desen

O planșă este împărțită de obicei în zone rezervate desenului, textului și indicatorului, conform SRISO 9431: 1994 (fig. 2.32, fig. 2.32).

Zona rezervată pentru desen. Desenele trebuie aliniate pe orizontală și pe verticală. Figura principală, de obicei se amplasează în partea superioară din stânga a grupului de desene sau a planșei. Dacă este posibil, la dispunerea desenelor trebuie să se țină seama de pliarea planșei de desen la formatul A4.

Zona rezervată pentru text. În zona rezervată pentru text trebuie să fie grupate toate informațiile necesare înțelegerii cu ușurință a conținutului desenului (informații care nu trebuie amplasate în zona rezervată desenului). Zona rezervată pentru text amplasează de obicei în partea dreaptă a planșei (fig. 2.32), lățimea zonei trebuie să fie egală cu dimensiunea indicatorului (min. 100-max. 170).

Dacă un desen se desfășoară pe toată lungimea planșei, zona rezervată pentru text trebuie să fie plasată în partea inferioară a planșei (fig. 2.33), înălțimea zonei trebuie aleasă în funcție de spațiu necesar. Zona rezervată pentru text se împarte de obicei în coloane de dimensiuni adecvate, astfel încât să țină seama dacă este posibil și de pliare.

În zona rezervată pentru text se găsesc următoarele informații:

- **EXPLICAȚII:** cu privire la informații necesare citirii desenului, explicarea simbolurilor, abrevierilor și unităților de măsură;
- **INSTRUCȚIUNI:** cu privire la date necesare privind realizarea a ceea ce este indicat în desen, dacă pe aceeași planșă sunt prezentate mai multe obiecte;
- **REFERINȚE:** cu privire la datele sau desenele complementare și alte documente referitoare la figura reprezentată;
- **VIGNETA:** trebuie amplasată astfel încât să rămână vizibilă și după pliarea planșei în format A4. În măsura în care este necesar, vigneta trebuie să cuprindă:
 - un plan schematic, cu indicarea nordului clădirii și a ariei aferente;
 - un plan schematic, cu indicarea părții de clădire și a ariei aferente;
 - o secțiune schematică prin clădire cu indicarea etajului și direcției de observare a vederilor.

Tabelul de modificări (fig.2.32) trebuie utilizat pentru notarea tuturor corecturilor și/sau schimbărilor aduse desenului după prima editare. Tabelele de modificări trebuie să conțină

Diagram illustrating the layout of the modification table (Fig. 2.32) on A3 (420 x 297) paper. The layout includes sections for EXPLICATII, INSTRUCȚIUNI, REFERINTE, and a VIGNETA box. Below these is the 'TABEL DE MODIFICARI' table with columns for Notare, Detaliile modificării, Data, and Semnatura. At the bottom right is the 'INDICATOR' section.

Fig. 2.32

următoarele informații:

- indicarea modificării și numerotarea locurilor unde au fost făcute modificările (rubrica notare);
- detaliile modificării;
- data modificării;
- semnătura celui care a făcut modificarea.

Diagram illustrating the placement of the modification table (Fig. 2.33) relative to the drawing area. The table is positioned to the left of the drawing area, with the VIGNETA box and the 'INDICATOR' section to its right. The table has columns for Notare, Detaliile modificării, Data, and Semnatura.

Fig. 2.33

Lățimea tabelului de modificări trebuie să fie egală cu:

- lățimea indicatorului dacă tabelul de modificări este amplasat deasupra acestuia;
- min. 100 mm, dacă tabelul de modificări este amplasat în stânga indicatorului.

Înălțimea fiecărui rând în tabelul de modificări trebuie să fie conform cu regulile date de ISO 3098-1 / 93 și trebuie să asigure spațiu minim între liniile suport ale scrisului.

1.2.4 Împăturirea desenelor

Împăturirea se face în așa fel încât să se ajungă în final la formatul A4(210 x 297), considerat *modul pliaj*, iar pe latura de jos a desenului împăturit, trebuie să apară indicatorul în scopul perforării trebuie să rămână neacoperită complet pe toată lungimea sa.

Plierea formatelor se face mai întâi pe direcții perpendiculare pe baza formatului și apoi, dacă mai este cazul, după direcții paralele cu baza formatului, astfel încât pe latura de jos a desenului împăturit, indicatorul să apară în întregime (fig. 2.34).

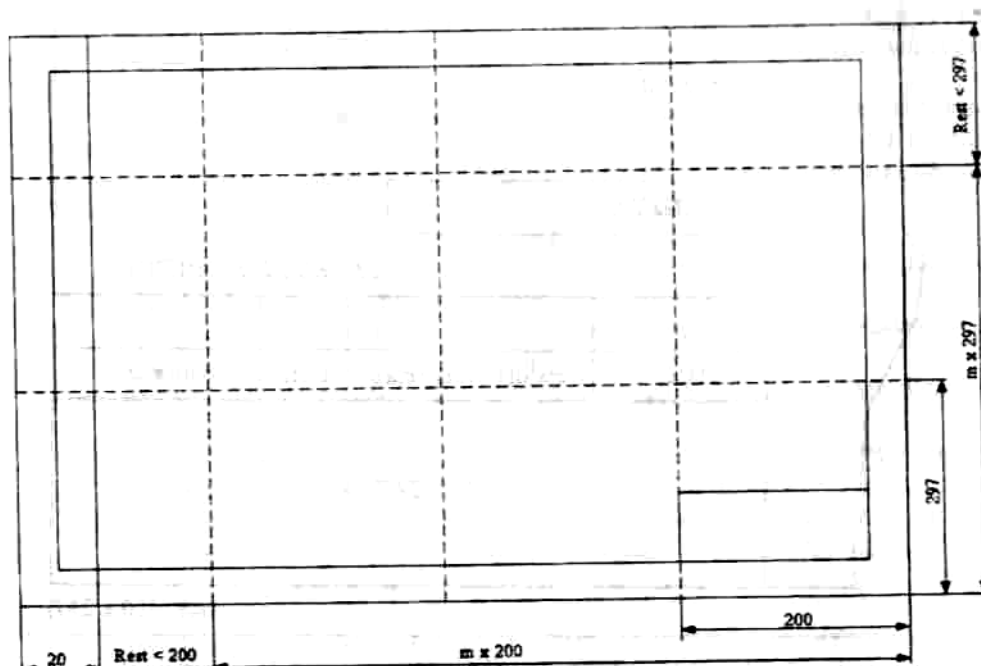


Fig. 2.34

1.2.5 Scări utilizate

Scara unui desen este raportul dintre dimensiunile liniare măsurate pe desen și dimensiunile reale ale obiectului reprezentat. Acest raport se exprimă sub forma: $n : 1$ în cazul scărilor de mărire, $1:1$ în cazul scării de mărime naturală și $1 : n$ în cazul scărilor de micșorare. De exemplu scara $1:50$ înseamnă că unei lungimi oarecare de pe desen îi corespunde în realitate o lungime de cincizeci de ori mai mare.

Tabelul 2.6

Scări de mărire	Scara de mărime naturală	Scări de micșorare
2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1	1:1	1:2 (1:2,5); 1:5; 1:10; 1:20 (1:25); 1:50; 1:100; 1:200 (1:250); 1:2000

1.2.5.1 Scări numerice utilizate în desenul tehnic industrial

Scările utilizate pentru desenul tehnic industrial sunt precizate prin STAS 2-82 (tabelul 2.6). Scara se notează prin valoarea raportului, în indicator, fără a mai menționa cuvântul "scară", urmată între paranteze de valorile scărilor diferite de cea principală. Valoarea raportului precedat de cuvântul "scară" se înscrie pe desen sub notarea proiecției executate la scara diferită de cea a proiecției principale.

1.2.5.2 Scări utilizate în desenul tehnic de construcții

Prescripțiile referitoare la mărimea și modul de notare a scărilor de reprezentare în desenul de construcții sunt cuprinse în STAS 2-74. Mărimea scărilor de reprezentare prevăzute în acest standard sunt cuprinse în tabelul 2.7.

Tabelul 2.7

Scări de mărire		2:1 5:1 10:1	20:1 50:1 100:1		
Scara de mărime naturală	1:1				
Scări de micșorare	1:2 1:5 1:10	1:20 1:50 1:100	1:200 1:500 1:1000	1:2000 1:5000 1:10000	1:20000 1:50000

Desenele de construcții se execută în general la scări de micșorare și numai unele detalii

speciale se reprezintă la scara de mărime naturală sau mărite.

Se admite de asemenea, folosirea unor scări cu destinație specială, cum ar fi:

- 1:2,5 pentru cazurile în care este necesară folosirea mai completă a câmpului desenului;
- 1:15 pentru desene de construcții metalice de toate tipurile;
- 1:25 pentru desene de construcții metalice și în construcții navale;
- 1:250, 1:2500 și 1:25000 pentru planuri și hărți.

Scările de reprezentare frecvent utilizate în desenul de construcții sunt:

- 1:200; 1:100; 1:50 pentru desenele de ansamblu ale construcțiilor de clădiri (planuri, secțiuni, fațade)
- 1:50; 1:20 pentru desene de execuție;
- 1:20, 1:10; 1:5 1:2 și 1:1 pentru detalii de construcții,
- 1:5000; 1:2000; 1:1000; 1:500 și 1:200 pentru planurile de situație și de amplasament.,

1.2.5.3 Notarea scărilor pe desen

Notarea scărilor de reprezentare pe desen se face numai în indicator (zona destinată pentru scări), atunci când proiecțiile sunt reprezentate la aceeași scară. Pe desenele în care unele proiecții (vederi, secțiuni, detalii) sunt reprezentate la o altă scară decât cea a proiecției principale, scara se notează astfel:

- în indicator se scrie mărimea scărilor principale a desenului (scara proiecției principale), urmată de mărimile scărilor diferite de aceasta, înscrise între paranteze, de exemplu: 1:10 (1:2; 1:5); scările din paranteză se scriu de preferință cu caractere mai mici;
- pe desen sub/sau denumirea proiecțiilor reprezentate la scară diferită de cea a proiecției principale se înscrie mărimea scărilor respective, precedat de cuvântul scară, de exemplu:

Detaliu B
Scara 1:50

Vedere din A
Scara: 2:1

La desenele care cuprind numai reprezentări de detaliu ale unui obiect, executate la diferite scări (de exemplu, detalii de fațadă în arhitectură), scara se scrie sub/sau lângă denumirea reprezentării precedată de cuvântul "scara", iar în indicator în zona destinată pentru scară se trasează o linioară.

Pentru desenele care necesită scări diferite pentru cele două axe de reprezentare (profile longitudinale, trasee etc.) Cele două scări se notează în indicator în ordinea următoare:

- mărimea scărilor de reprezentare pe axa orizontală, precedată de litera O;
- mărimea scărilor de reprezentare pe axa verticală, precedată de litera V.

De exemplu: O - 1:200
V - 1:100

2. NOȚIUNI DE DESEN GEOMETRIC

Dorim să subliniem încă de la început faptul că, prin prezentul material, nu ne propunem să acoperim întregul domeniu anunțat prin titlu ci, doar, să punctăm câteva dintre elementele pe care le vom folosi la realizarea primei planșe. Prima planșă (lucrare) se intitulează Construcții geometrice și are ca obiectiv, printre altele, verificarea cunoștințelor referitoare la desenul geometric.

Cum desenul geometric are importanța sa, care rezidă în rezultate ce se folosesc în cadrul multor discipline, recomandăm consultarea în întregime a materialelor ce acoperă acest domeniu.

A racorda două figuri geometrice (două cercuri, un cerc și o dreaptă ș.a.m.d.) înseamnă a construi un cerc tangent acestora și a reține porțiunea din cerc cuprinsă între cele două puncte de tangentă

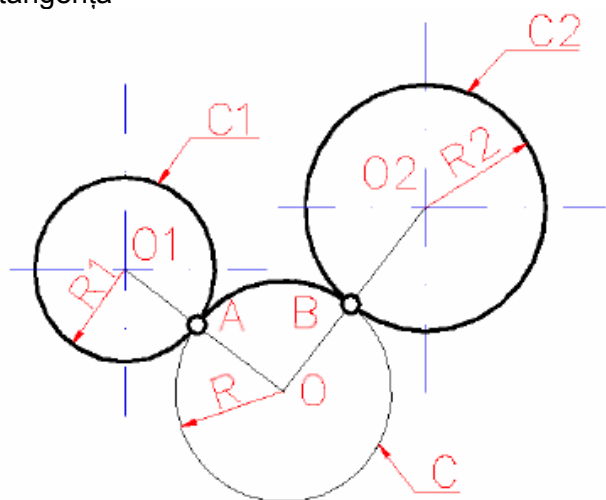


Figura 1 Puncte de tangentă, arc de racordare

determinăm următoarele:

! "centrul de racordare; ! "punctele de tangentă; ! "raza de racordare; ! "arcul de racordare. În funcție de cazul de racordare în care ne aflăm centrul de racordare se găsește la intersecția a două arce de cerc, a unui arc de cerc cu un segment de dreaptă sau la intersecția a două segmente de dreaptă. Punctele de tangentă se determină astfel: ! "Când punctul de tangentă se află pe un cerc (spre exemplu cercul C1 din figura 1), se unește centrul de racordare (O) cu centrul cercului respectiv (O1), printr-un segment de dreaptă și, la intersecția cu cercul (C1) rezultă punctul de tangentă (A). ! "Când punctul de tangentă se află pe o dreaptă, se coboară din centrul de racordare perpendiculară la dreapta în discuție și, la intersecția perpendicularei cu dreapta rezultă punctul de tangentă căutat. Raportându-ne la raza de racordare, distingem două situații în ceea ce privește racordările: când se cunoaște raza de racordare și când nu se cunoaște raza de racordare.

Să ne ocupăm pentru început de cazurile în care raza de racordare este cunoscută.

2.1. Racordarea a două cercuri printr-un arc la care cercurile sunt tangente în exterior

Pentru a racorda cercurile C1 și C2 cu un arc de rază R trebuie parcurse următoarele etape (figura 2):

- Se trasează un arc de cerc cu centru în punctul O1 și de rază $R+R1$ apoi, se trasează un al doilea arc de cerc cu centru în O2 și rază $R+R2$. La intersecția celor două arce rezultă centrul de racordare O.
- Se unește printr-un segment de dreaptă centrul de racordare O cu centrul primului cerc – O1 și la intersecția segmentului de dreaptă cu cercul C1 rezultă primul punct de tangentă - A;
- Se unește printr-un segment de dreaptă centrul de racordare O cu centrul celui de al doilea cerc – O2 și la intersecția segmentului de dreaptă cu cercul C2 rezultă al doilea punct de tangentă – B;
- În sfârșit, cu vârful compasului în punctul O și cu deschiderea până în punctul A se

trasează un arc de cerc între punctele A și B.

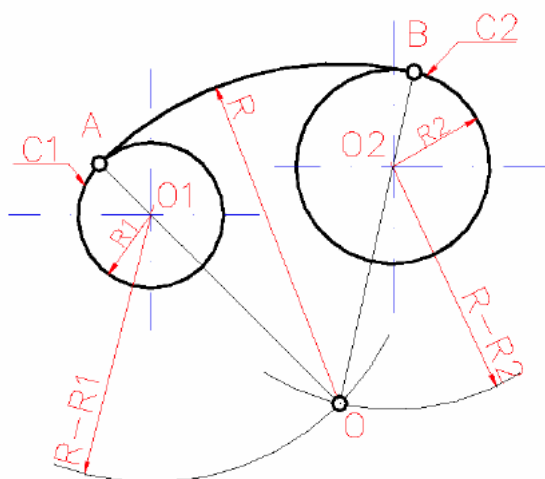


Figura 2 Racordarea a două cercuri, printr-un arc la care cercurile sunt tangente în exterior

2.2. Racordarea a două cercuri printr- un arc la care cercurile sunt tangente în interior

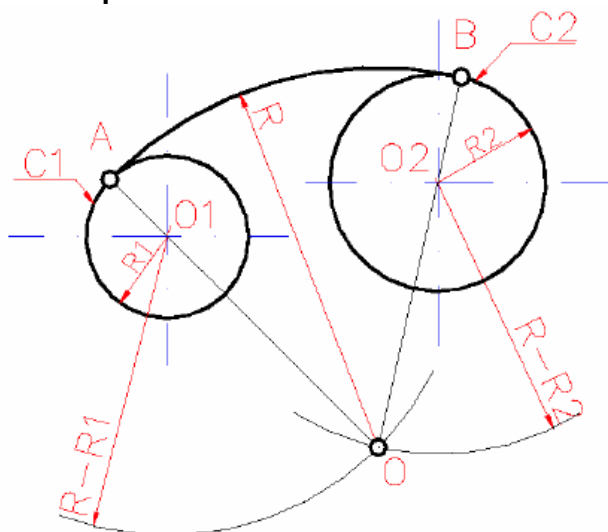


Figura 3 Racordarea a două cercuri printr-un arc la care cercurile sunt tangente în interior

Pentru a racorda cercurile C1 și C2 cu un arc de rază R trebuie parcurse următoarele etape (figura 3):

- Se trasează un arc de cerc cu centru în punctul O1 și de rază $R-R1$ apoi, se trasează un al doilea arc de cerc cu centru în O2 și rază $R-R2$. La intersecția celor două arce rezultă centrul de racordare O.
- Se unește printr-un segment de dreaptă centrul de racordare O cu centrul primului cerc – O1, apoi se prelungeste segmentul de dreaptă până când acesta intersectează a doua oară cercul C1 rezultând primul punct de tangență - A;
- Se unește printr-un segment de dreaptă centrul de racordare O cu centrul celui de al doilea cerc – O2, apoi se prelungeste segmentul de dreaptă până când acesta intersectează a doua oară cercul C2 rezultând al doilea punct de tangență – B;
- În sfârșit, cu vârful compasului în punctul O și cu deschiderea până în punctul A se trasează un arc de cerc între punctele A și B.

2.3. Racordarea unui cerc cu o dreaptă

Pentru a racorda cercul C1 cu dreapta D (figura 4), printr-un arc de cerc de rază R, se parcurg

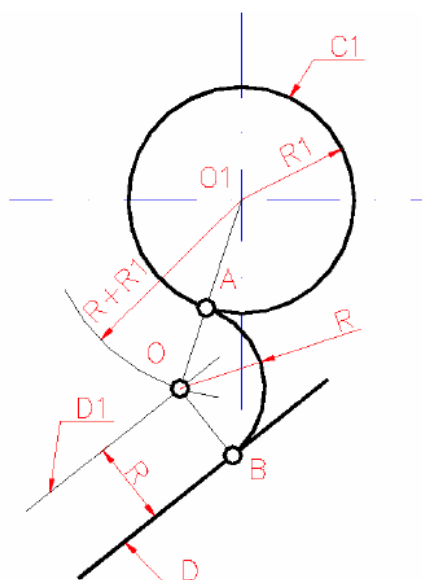


Figura 4 Racordarea unui cerc cu o dreaptă

deschiderea până în punctul A se trasează un arc de cerc în A și B.

următoarele etape:

- Se trasează o dreaptă D1 paralelă cu dreapta D la o distanță egală cu R. Apoi, se trasează un arc de cerc cu centrul în punctul O1 și de rază $R+R1$. La intersecția arcului de cerc cu dreapta D1 rezultă centrul de racordare – O.
- Se coboară din centrul de racordare O, o perpendiculară la dreapta D și rezultă un punct de tangență – B.
- Se unește, printr-un segment de dreaptă, centrul de racordare O cu centrul cercului O1 și, la intersecția segmentului de dreaptă cu cercul C1 rezultă cel de al doilea punct de tangență – A.
- Cu vârful compasului în punctul O și cu

2.4. Racordarea a două drepte printr-un arc de cerc de rază dată

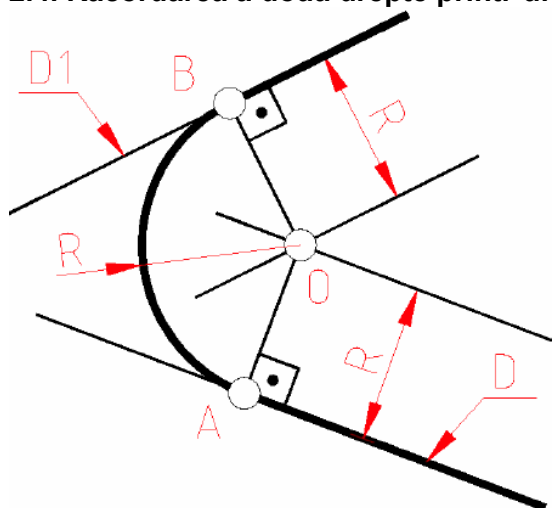


Figura 4 Racordarea a două drepte când se cunoaște raza de racordare

un arc de cerc între punctele A și B.

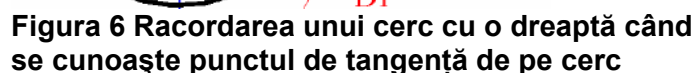
Pentru a racorda dreptele D1 și D2 se procedează astfel:

- Se trasează o paralelă la o distanță egală racordare R, față de D1
- Se trasează o paralelă la o distanță egală racordare R, față de D2
- La intersecția celor două paralele se găsește centrul de racordare O.
- Coborând perpendiculare din centrul de racordare la dreptele de racordat rezultă punctele de tangență A și B.
- Cu vârful compasului în punctul O și cu deschiderea până în punctul A se trasează

Prezentăm în continuare câteva din cazurile de racordare când mărimea razei de racordare este necunoscută.

2.5. Racordarea unui cerc cu o dreaptă când se cunoaște un punct de tangență pe cerc

Fie cercul C1 de centru O1 și dreapta D, (figura 6), pe care dorim să le racordăm. Se



- ## 2.6. Racordarea unui cerc cu o dreaptă când se cunoaște un punct de tangență pe dreaptă

Figura 7. Racordarea unui cerc cu o dreaptă când se cunoaște un punct de tangentă pe dreaptă

- 19

- dreaptă OO_1 cu cercul C , se obține cel de al doilea punct de tangență B .
- e) Cu vârful compasului în punctul O și cu deschiderea până în punctul A se trasează un arc de cerc între punctele A și B .

2.7. Racordarea a două cercuri când se cunoaște un punct de tangență pe unul din cele două cercuri

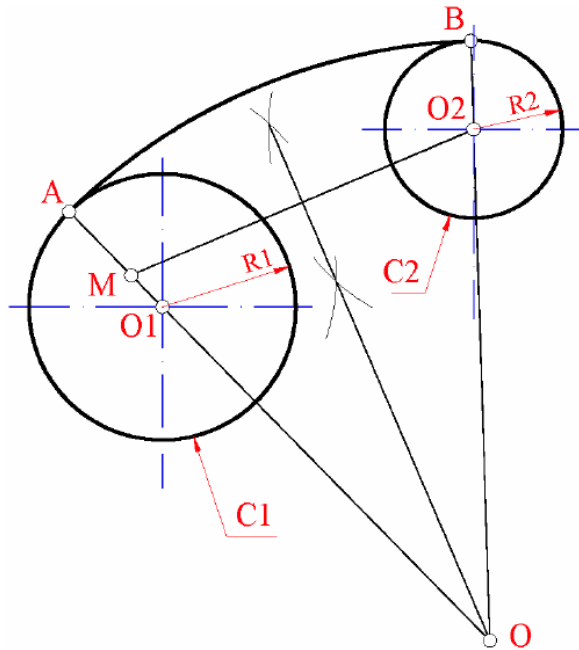


Figura 8 Racordarea a două cercuri când se cunoaște un punct de tangență pe unul din cercuri

- d) Cu vârful compasului în punctul O și cu deschiderea până în punctul A se trasează un arc de cerc între punctele A și B .

Fie cercurile C_1 , C_2 și punctul A care aparține cercului C_1 , punctul de tangență tru trasarea racordării se el:

- Prin punctele A și O_1 se trasează unsegment de dreaptă. Pe acesta se măsoară segmentul de dreaptă AM egal ca lungime cu raza cercului $C_2 - R_2$.
- Se construiește segmentul de dreaptă MO_2 apoi, se trasează mediatoarea acestuia. La intersecția mediatoarei cu dreapta care trece prin punctele A și O_1 se găsește centrul de racordare O .
- Trasând prin punctele O și O_2 o dreaptă se determină și cel de al doilea punct de tangență – punctul B .

2.8. Racordarea a două drepte când se cunoaște un punct de tangență pe una din drepte

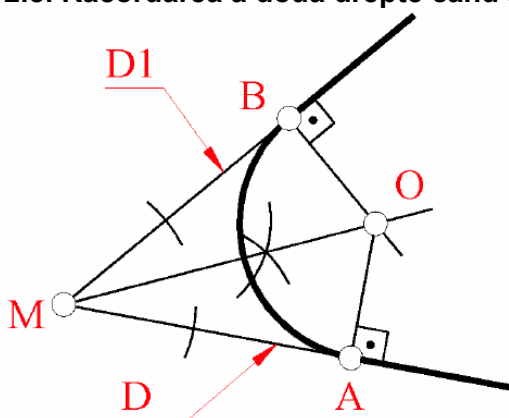


Figura 9. Racordarea a două drepte când se cunoaște un punct de tangență pe una din drepte

Fie dreptele D , D_1 și punctul A pe dreapta D punctul de tangență cunoscut (figura 9). Pentru a racorda cele două drepte se procedează astfel:

- Fie M punctul în care dreptele date se intersectează. Se construiește bisectoarea unghiului pe care-l formează cele două drepte.
- În punctul A se ridică o perpendiculară la dreapta D . La intersecția perpendiculară cu bisectoarea trasată anterior se obține centrul de racordare.
- Coborând din punctul O perpendiculara la dreapta D_1 rezultă cel de al doilea punct de tangență – punctul B .
- Cu vârful compasului în punctul O și cu deschiderea până în punctul A se trasează un arc de cerc între punctele A și B .

2.9. Tangenta comună la două cercuri

- Se trasează un al treilea cerc cu centrul în O_1 și de rază R_1-R_2 .
- Se unesc centrele O_1 și O_2 printr-un segment de dreaptă.
- Cu ajutorul mediatoarei se determină mijlocul segmentului de dreaptă O_1O_2 , adică punctul O .
- Cu vârful compasului în punctul O și cu deschiderea până în punctul O_1 se trasează un al patrulea cerc.
- Ultimul cerc trasat (cel de al patrulea) intersectează cel de al treilea cerc (cercul de rază R_1-R_2) în punctele M și N .
- Se unesc punctele O_1 și N printr-un segment de dreaptă pe care îl prelungim până când intersectăm cercul de rază R_1 , găsim astfel punctul P .

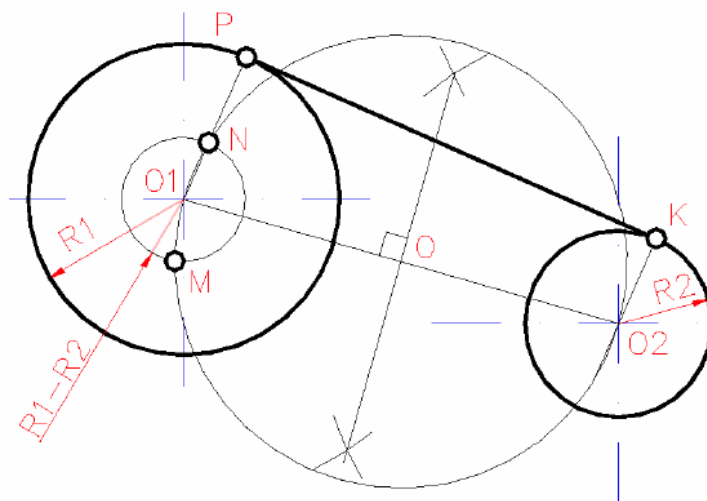


Figura 10 Tangenta comună exterioară a două cercuri

- Prin centrul de cerc O_2 trasăm o paralelă la dreapta dusă prin punctele O_1 și N . La intersecția acestuia cu cercul de centru O_2 se găsește punctul K .
- În sfârșit, unind punctele P și K se obține tangenta comună cercurilor de rază R_1 și R_2 .

Observație:

Folosind punctele O_1 și M se poate trasa cea de a doua tangentă comună exterioară cercurilor de rază R_1 și R_2 .

Obținerea **tangentei comune interioare** a două cercuri este prezentată cu ajutorul figurii 11. Pașii care trebuie urmați sunt aceiași ca la construcția tangentei comune exterioare, cu o singură excepție:

Cel de al treilea cerc (cerc cu centrul în punctul O_1) va avea raza R_1+R_2 (și nu R_1-R_2 ca în cazul precedent).

2.10. Construcția ovalului când se cunosc axele acestuia

Definiție: Ovalul este curba plană închisă formată din arce de cerc simetrice în raport cu două axe.

Fie segmentul de dreaptă AB axa mare a ovalului și segmentul de dreaptă CD axa mică a acestuia (figura 12).

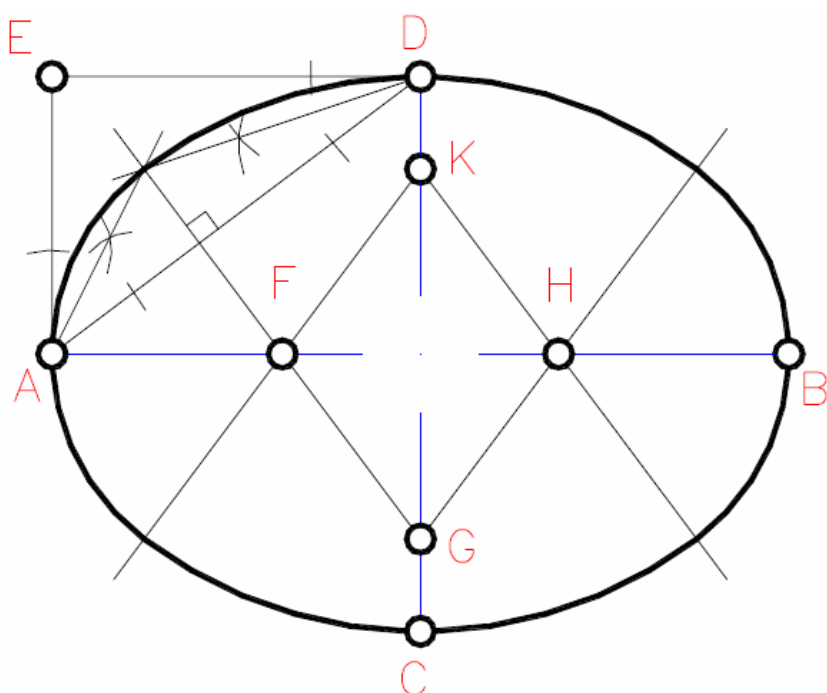


Figura 12 Construcția ovalului când se cunosc axele acestuia

prelungeste, până când aceasta intersectează axa mare a ovalului -AB. A rezultat în acest fel punctul F. Prelungind în continuare perpendiculara amintită mai sus, până la axa mică a ovalului se obține punctul G.

d) Prin simetrie în raport cu axele ovalului rezultă punctele H și K.

e) Se construiesc și dreptele date de punctele G și H, H și K, K și F.

f) Se trasează un arc de cerc, între dreptele ce trec prin punctele GF și FK, de centru F și rază FA. Apoi, se trasează un alt arc de cerc, între dreptele ce trec prin punctele HG și HK de centru H și rază HB. În sfârșit, se unesc cele două arce de cerc prin altele două, unul cu centrul în C și altul cu centrul în K.

Există mai multe metode de a construi ovalul dar, noi ne vom opri doar la una din ele. Așadar, etapele pentru metoda la care ne referim sunt:

a) Se construiește triunghiul dreptunghic ADE. Cateta EA este egală, ca lungime, cu semi-axa mică a ovalului, iar cateta ED este egală cu semi-axa mare.

b) Se construiește bisectoarea unghiului EAD și apoi, bisectoarea unghiului ADE.

c) Din punctul în care cele două bisectoare se intersectează, se coboară o perpendiculară la ipotenuza AD a triunghiului ADE și, se

3. ELEMENTE DE GEOMETRIE DESCRIPTIVĂ

3.1. Introducere.

Geometria descriptivă este o ramură a geometriei, care are drept scop reprezentarea unui corp din spațiu printr-o figură plană. Reprezentarea se poate face

- în *dubla proiecție ortogonală* — care permite determinarea dimensiunilor obiectului,
- în *axonometrie* sau *perspectivă* — care reproduce mai curând aspectul corpului,
- sau prin *proiecția cotată* ori *fotogrammetrie*, care se limitează la proiecția ortogonală pe un singur plan.

Pentru ca unui punct din spațiu să-i corespundă un singur punct în plan și invers, — unui punct din plan să-i corespundă un singur punct din spațiu — este necesar ca din punct de vedere geometric, să se găsească o corespondență între punctele din spațiu cu trei dimensiuni și cele din plan — cu două dimensiuni, numită **corespondență biunivocă**. În acest fel, orice corp geometric poate fi reprezentat printr-o figură plană, legată de corpul din spațiu prin anumite relații care permit trecerea de la spațiu la plan — și invers.

Geometria descriptivă este o disciplină legată direct de tehnică, atât în ceea ce privește sursa, cât și aplicațiile ei, iar în privința metodelor de rezolvare este legată de matematici, de desenul tehnic și în special de geometria plană și de cea în spațiu.

Întemeietorul geometriei descriptive este considerat matematicianul francez Gaspard Monge, care s-a servit de proiecții pentru stabilirea corespondenței biunivoce dintre punctele spațiului și ale planului, iar prin tratatul de geometrie descriptivă publicat în anul 1798 a rezolvat științific problema reprezentării corpurilor.

Preocuparea pentru reprezentarea obiectelor din spațiu a permis elaborarea unor noi metode, cum ar fi proiecția cotată (Noisette), proiecția centrală — baza geometrică a perspectivei — (Fiedler), proiecția axonometrică — normală și oblică — (Kepler, Weissbach) etc.

În țara noastră, noțiuni de geometrie descriptivă încep să fie predate la școlile ingineresti din Iași în anul 1812 de către Gh. Asachi și din București în anul 1818 de către Gh. Lazăr. Prima carte de geometrie descriptivă în limba română apare în anul 1851 și este o traducere din limba franceză, a lui Alexandru Orăscu. Printre cei mai de seamă profesori care au fost atrași de această disciplină se numără : Mihai Capuțineanu, Alexandru Costinescu, Nestor Ureche, Emil Pangrati, Gh. Nichifor, Traian Lalescu, M. Botez etc.

În prezent, geometria descriptivă constituie una din disciplinele de cultură generală a studentului, care-i oferă posibilitatea de a înțelege modul de reprezentare a obiectelor din spațiu pe un plan, utilizând în mod curent proiecțiile și de a-și imagina prin intuiție spațială, obiectul reprezentat.

3.2. Proiecții. Sisteme de proiecție

În geometria descriptivă, pentru reprezentarea obiectelor se utilizează două feluri de proiecții: *proiecția centrală* sau *conică* (perspectivă, umbra de la o sursă situată la distanță finită etc.) și *proiecția paralelă* sau *cilindrică* (dubla proiecție ortogonală, axonometrie, umbre, proiecție cotată etc).

Se numește **proiecție centrală** a unui punct A din spațiu din centrul de proiecție C pe un plan $[A]$, punctul a în care dreapta CA înțeapă planul $[A]$. Planul $[A]$ pe care se face proiecția se numește *plan de proiecție*, iar dreapta CA — *proiectantă*. Centrul de proiecție C și planul $[A]$ definesc *sistemul central de proiecție* (fig. 3.1). Un alt punct B , se proiectează central din O pe planul $[A]$ în punctul b , iar punctul Z situat pe proiectanta CB se va proiecta în $b = d$. Punctul N situat în planul $[A]$ are proiecția confundată cu punctul ($N = n$), iar un punct situat într-un plan paralel cu planul de proiecție $[P]$ și care trece prin C se proiectează la infinit.

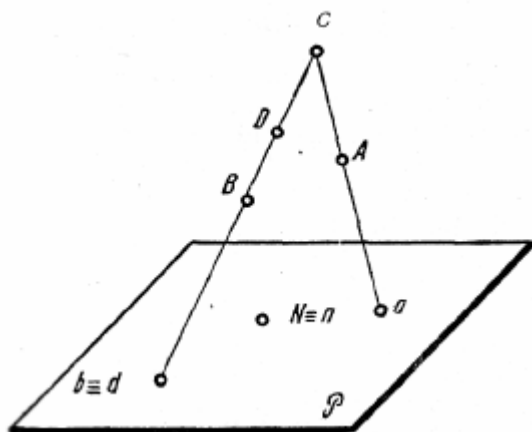


Fig.3.1 Proiecția centrală a unui punct

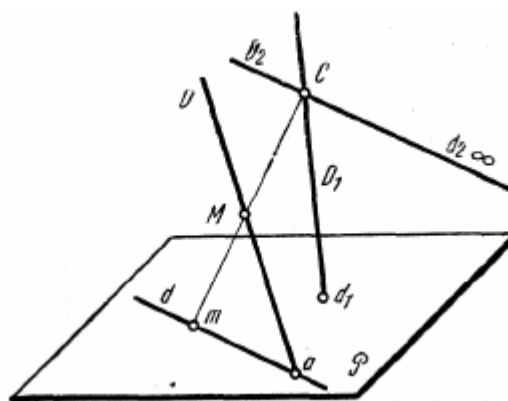


Fig.3.2 Proiecția centrală a unei drepte

Se observă că în proiecție centrală corespondența este univocă : unui punct din spațiu îi corespunde o singură proiecție, însă unei proiecții îi corespund toate punctele situate pe proiectanta respectivă.

Proiecția centrală a unei drepte este în general o dreaptă, care se găsește proiectând două puncte ale acesteia, dintre care unul poate fi chiar punctul în care dreapta înțeapă planul de proiecție [P], numit urma dreptei D pe planul [P]

Proiecția paralelă este aceea în care centrul de proiecție se află la infinit pe o direcție A, toate proiectantele fiind paralele cu această direcție. După poziția proiectantelor față de planul de proiecție, proiecția paralelă poate fi *oblică* sau *ortogonală*.

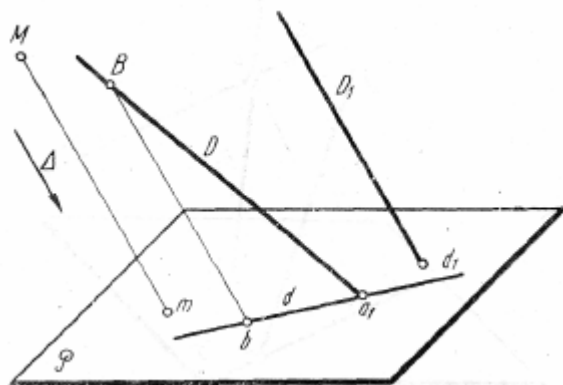


Fig.3.3 Proiecția centrală a unui punct și a unei drepte

Proiecția paralelă este definită de planul de proiecție [P] și de direcția Δ cu care proiectantele sunt paralele (presupunând că această direcție nu este paralelă cu planul de proiecție).

Proiecția paralelă a unui punct M din spațiu este m , iar o dreaptă D se proiectează tot după o dreaptă. Când dreapta D_1 este paralelă cu direcția proiectantelor, proiecția ei este un punct d_1 (fig. 3.3).

Ca și în cazul proiecției centrale, corespondența în proiecția paralelă între punctele din spațiu și punctele din plan este tot univocă.

Proiecția paralelă a unui segment de dreaptă este un segment egal, mai mic sau mai

mare decât segmentul din spațiu.

Raportul d/D se numește **factor de imagine** și se notează cu K .

În proiecția oblică K poate lua orice valoare, în timp ce în proiecția ortogonală $K = \cos \varphi \leq 1$.

Proiectând o figură geometrică (triunghiul ABC), situată într-un plan paralel cu planul [P], obținem o imagine congruentă (triunghiul abc).

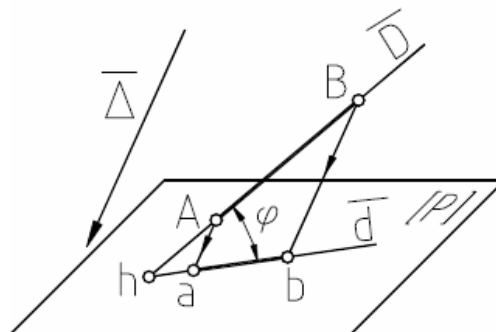


Fig.3.4 Proiecția paralelă a unui segment de dreaptă

Pentru reprezentarea plană a unui obiect se proiectează fiecare punct caracteristic al obiectului pe planul de proiecție. Punctele în care proiectantele înțepă planul de proiecție definesc imaginea (proiecția) obiectului.

În geometrie și desen se întâlnesc mai multe tipuri de proiecții, le amintim în cele ce urmează pe cele mai uzuale:

Fig 3.4.a Proiecția paralelă cu cazul particular proiecția paralelă ortogonală

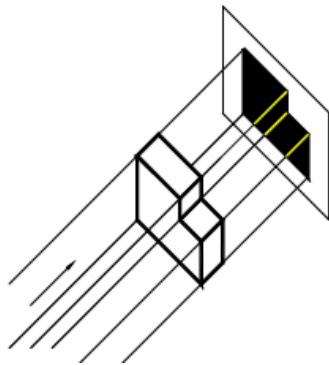
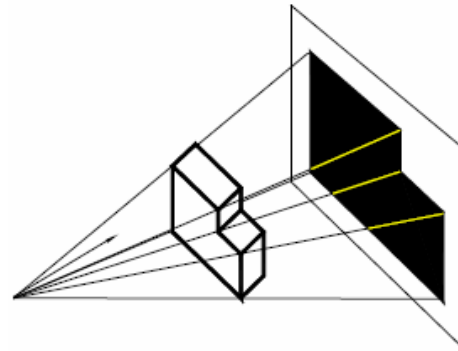


Fig.3.4.b Proiecția centrală;



O clasificare a proiecțiilor plane se poate urmări în schema de mai jos, unde:

α_i - unghiurile dintre axele imagine și axele triedrului de referință;

β - unghiul dintre razele proiectante și planul de proiecție;

d - distanța principală (dintre centrul de proiecție și plan).

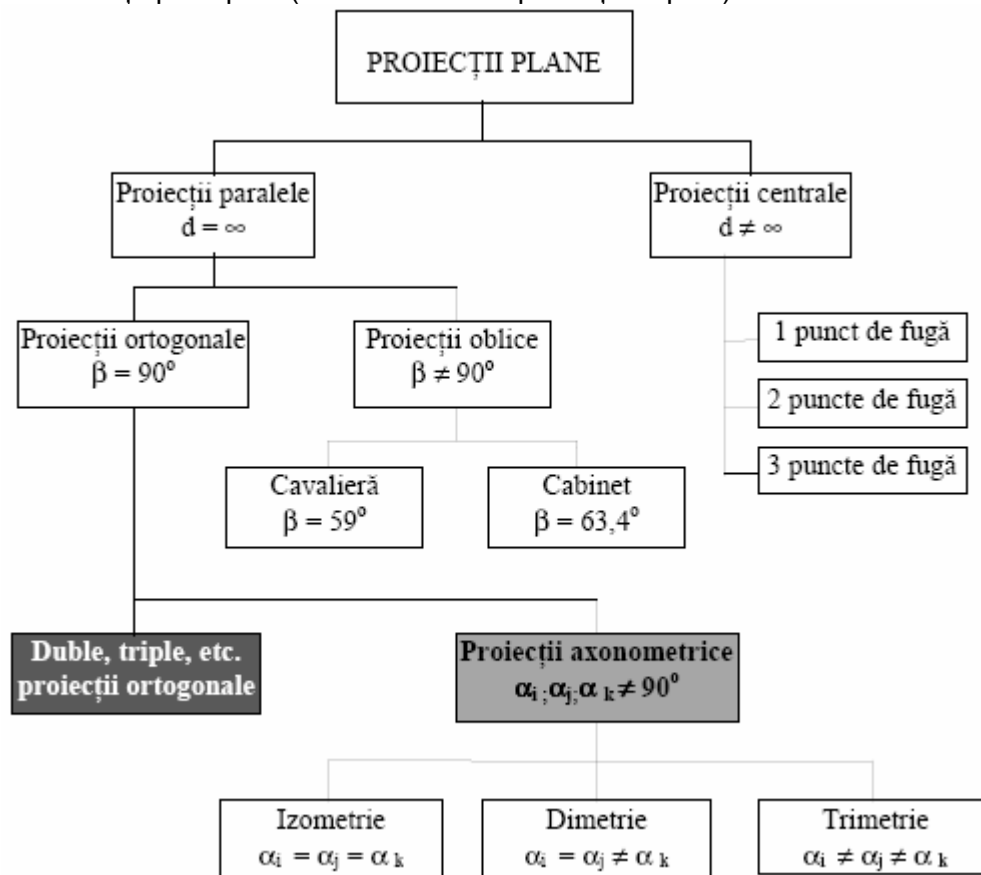


Fig3.5 Clasificarea proiecțiilor

Sistemul de proiecție central (conic)

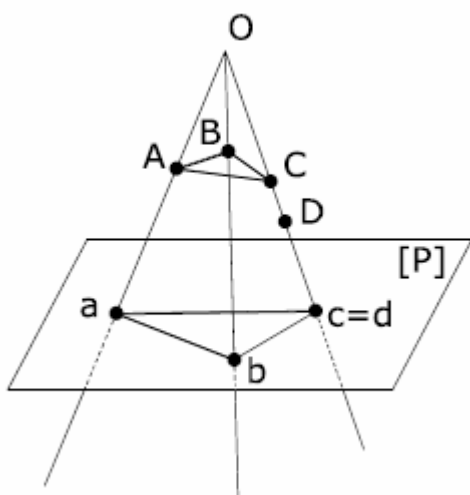


Fig 3.6 Sistemul de proiecție central

Sistemul de proiecție central (figura 3.6) se definește prin următoarele elemente:

[P] – planul de Proiecție;

O – centrul de proiecție; $O \notin [P]$;

A – un punct oarecare din spațiu; $A \notin [P]$; $O \neq A$;

Dreapta $\overline{OA} \cap [P] = a$ – proiecția centrală;

$\overline{OA}$ poartă numele de dreaptă proiectantă.

Sistemul de proiecție paralel

Sistemul de proiecție paralel (figura 3.7) se definește prin următoarele elemente:

[P] – planul de proiecție;

O – în acest caz acest punct este situat la infinit;

A – un punct oarecare din spațiu; $A \notin [P]$; $O \neq A$;

Proiectantele sunt paralele cu o direcție dată $\bar{\Delta}$;

Dreapta paralelă la $\bar{\Delta}$ dusă prin A intersectează planul [P] în a – proiecția paralelă oblică;

Dacă direcția $\bar{\Delta}$ este perpendiculară pe planul [P] atunci punctul de intersecție cu planul [P] va fi a – proiecție paralel ortogonală (figura 3.8).

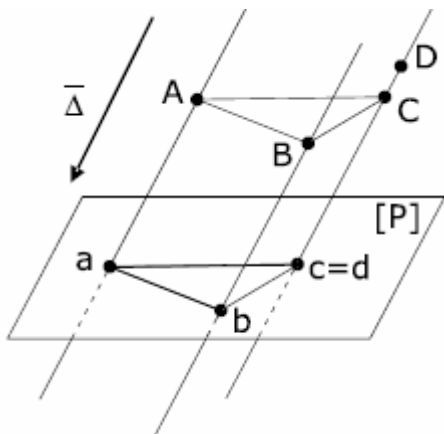


Fig 3.7 Sistemul de proiecție paralel oblic

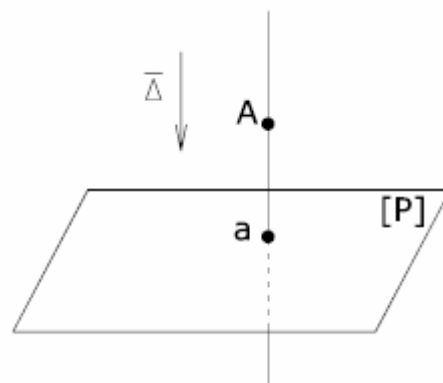


Fig 3.8 Sistemul de proiecție paralel ortogonal

Sistemul proiecției axonometrice

Acesta permite o reprezentare intuitivă a obiectelor prin sugerarea celor trei dimensiuni.

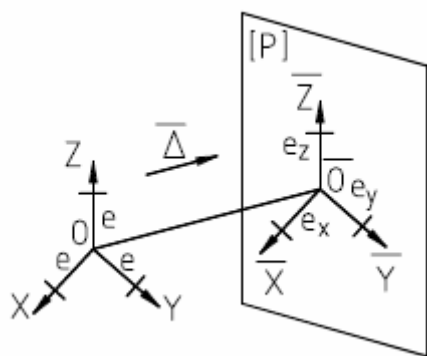


Fig. 3.9 Sistemul proiecției axonometrice

Reprezentarea care rezultă prin folosirea sistemului axonometric este cunoscută sub denumirea de **reprezentare axonometrică**¹. Obținerea celor trei dimensiuni într-o singură imagine este posibilă în proiecția paralelă dacă corpul este raportat la un triedru ortogonal: OX, OY, OZ, după care este proiectat pe un plan unde se obține triedrul axonometric OX, OY, OZ și imaginea lui tridimensională. Imaginea axonometrică este, de regulă, deformată deoarece planul axonometric [P] este înclinat față de reperul ortogonal. Dacă direcția de proiecție este oblică față de [P] axonometria se numește **oblică**, iar dacă aceasta este perpendiculară pe planul [P] axonometria este **ortogonală** (fig. 3.9).

3.3. Punctul

3.3.1. Reprezentarea punctului în dublă proiecție ortogonală.

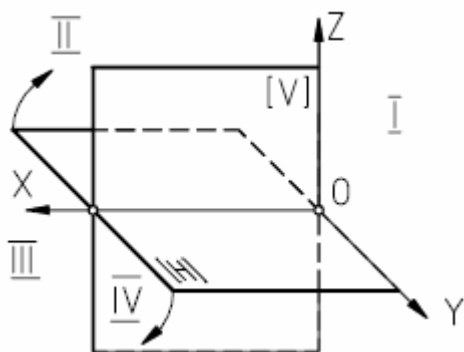
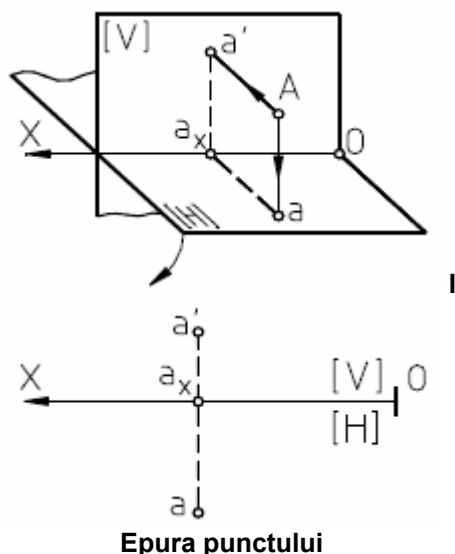


Fig. 3.10 Planul orizontal [H], vertical [V] și axa de proiecție (liniade pământ) OX

Dreapta de intersecție dintre cele două plane este cunoscută sub denumirea de axă de proiecție sau **linie de pământ**. Cele două plane împart spațiul în patru subspații care se numesc **diedre**, și care se numerează convențional I...IV de la dreapta la stânga.

Fig. 3.11 Punctul în diedrul I



Epura punctului

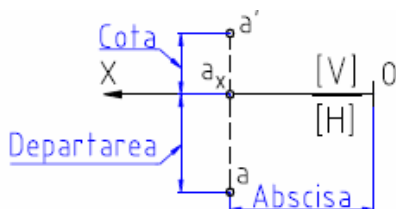
Acum, unui punct A din spațiu îi corespund două proiecții, (fig.3.11), una pe planul vertical de proiecție -a' (**proiecție verticală**) și alta - a (**proiecție orizontală**) pe planul orizontal de proiecție.

Cele două proiecții a și a' permit determinarea punctului A din spațiul tridimensional. În felul acesta dubla proiecție ortogonală asigură corespondența biunivocă între cele două spații S_3 și S_2 (bidimensional respectiv tridimensional).

Epura punctului în dublă proiecție ortogonală

Rotind planul orizontal [H], în jurul axei OX, în sensul indicat de săgeți, până când acesta se suprapune peste planul vertical de proiecție [V], menținut fix, se obține un singur desen care poartă denumirea de **epură**. În aceste condiții proiecția orizontală - a, a punctului A, se rotește odată cu planul [H] până când ajunge pe aceeași linie de ordine față de axa OX, cu proiecția verticală -a'.

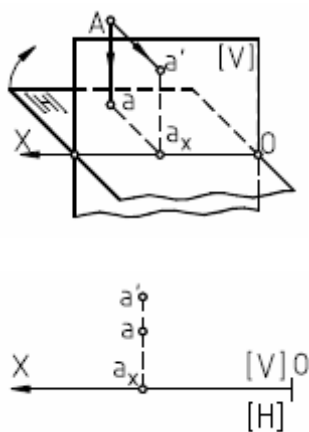
Reprezentarea unui punct din spațiu în epură se face pe baza coordonatelor sale descriptive (fig.3.12):



3.12 Coordonatele descriptive ale punctului

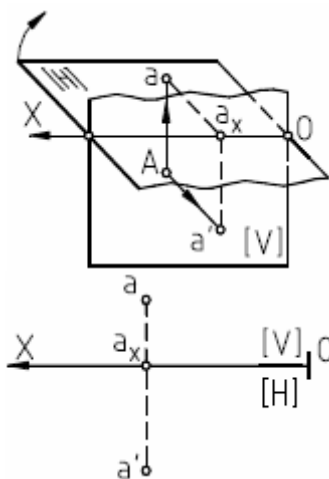
negativă sub acesta.

Punctul în diedrul II



Epura punctului

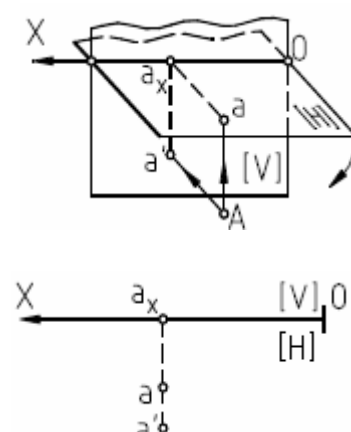
Punctul în diedrul III



Epura punctului

Fig. 3.13

Punctul în diedrul IV



Epura punctului

3.3.2. Reprezentarea punctului în triplă proiecție ortogonală.

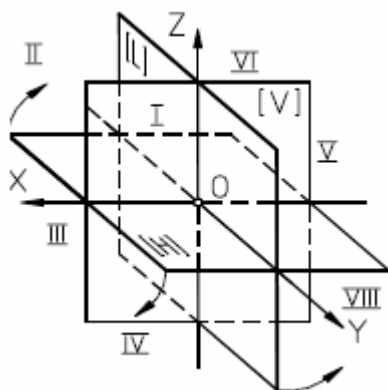


Fig. 3.14 Cele opt triedre

De regulă, reprezentarea dublu ortogonală nu redă complet și sugestiv particularitățile obiectului desenat. De aceea a fost necesară introducerea unui al treilea plan de proiecție, perpendicular pe primele două. Acesta a fost notat cu [L] și a primit numele de **plan lateral** de proiecție (fig.3.14). Cele trei plane de proiecție se intersectează două câte două, după câte o dreaptă generând axele sistemului de proiecție

OX, OY, OZ. Așadar, $[H] \cap [V] = OX$, $[H] \cap [L] = OY$ și $[V] \cap [L] = OZ$.

Cele trei plane împart spațiul în opt **triedre** numerotate, de la dreapta la stânga, cu I ... VIII.

Epura în triplă proiecție ortogonală se obține rotind planul [H] în jurul axei OX, corespunzător săgeților, până se suprapune cu planul [V], fix și, rotind în jurul axei OZ, corespunzător săgeților, planul [L] până când acesta se suprapune cu planul [V].

Acum unui punct A din spațiu îi corespund trei proiecții: **proiecția orizontală - a**, **proiecția verticală - a'** și **proiecția laterală** (corespunzătoare planului [L]) - **a''**.

În figurile 3.15 avem reprezentarea punctului în cele opt triedre.

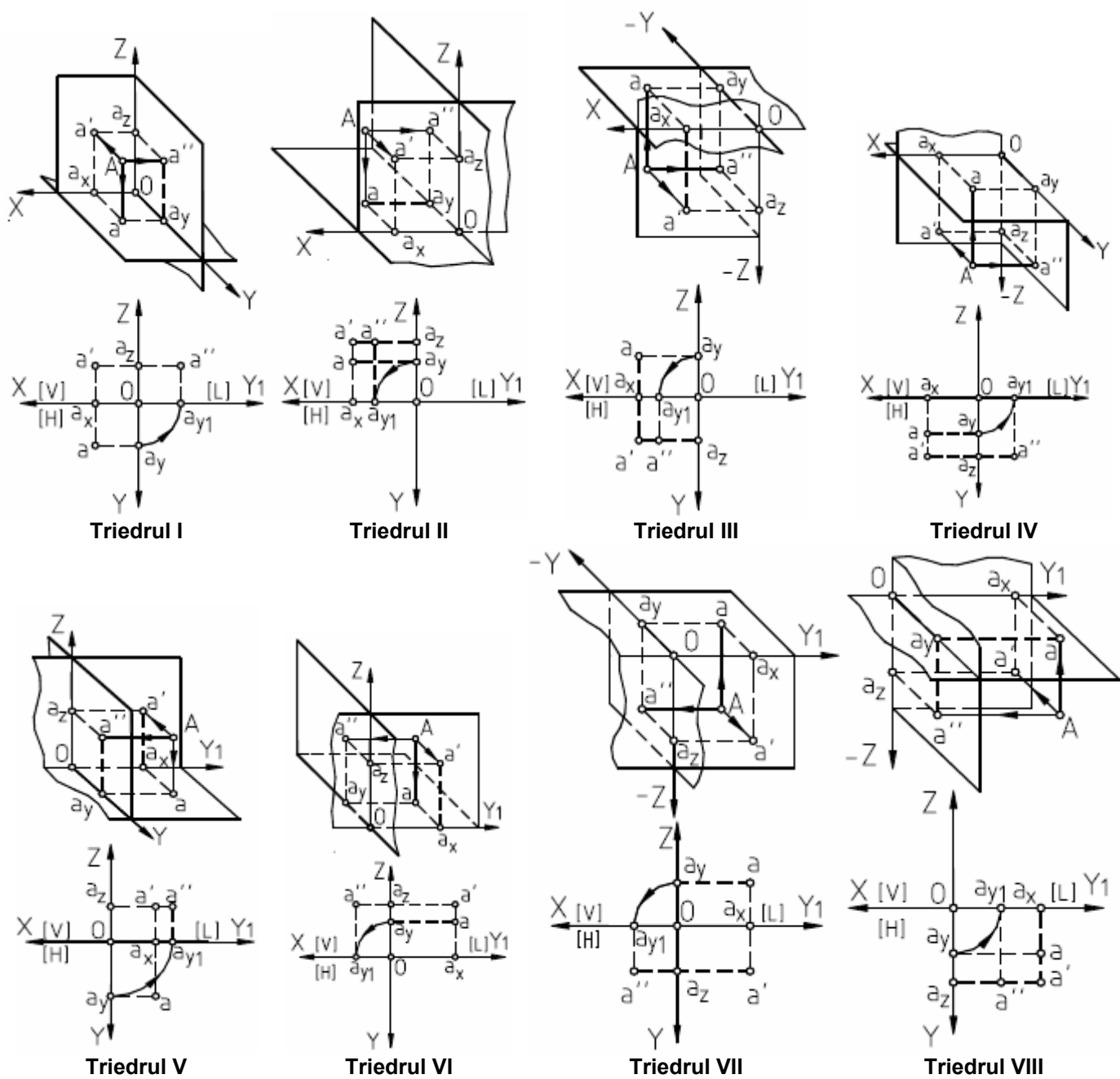


Fig. 3.15

3.4. Dreapta

3.4.1. Reprezentarea dreptei în dublă proiecție ortogonală

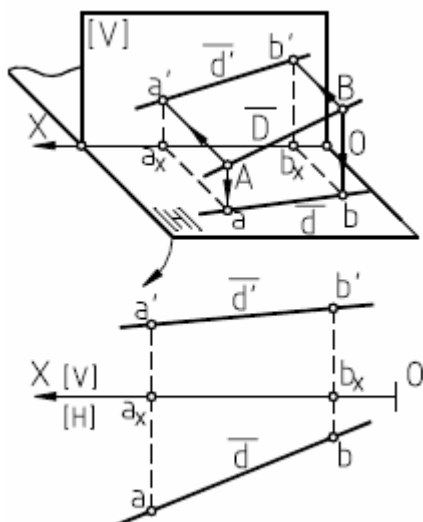


Fig. 3.16 Proiecțiile dreptei

O dreaptă D din spațiul tridimensional este determinată dacă se cunosc două puncte, A și B , ale sale (fig.3.16). Proiecțiile dreptei sunt date de proiecțiile de același nume ale punctelor $A(a, a')$ și $B(b, b')$ pe planele de proiecție. Așadar, proiecția orizontală a dreptei, d va fi dată de proiecțiile a și b iar proiecția verticală a dreptei, d' va fi dată de proiecțiile a' și b' ale punctelor $A(a, a')$ și $B(b, b')$. Dreapta se notează astfel: $D(d, d')$.

O dreaptă care are o poziție oarecare în raport cu planele de proiecție se numește **dreaptă de poziție generală**.

Punctele în care o dreaptă D intersectează planele de proiecție poartă denumirea de **urmele dreptei** (fig.3.17). Convențional urma verticală se

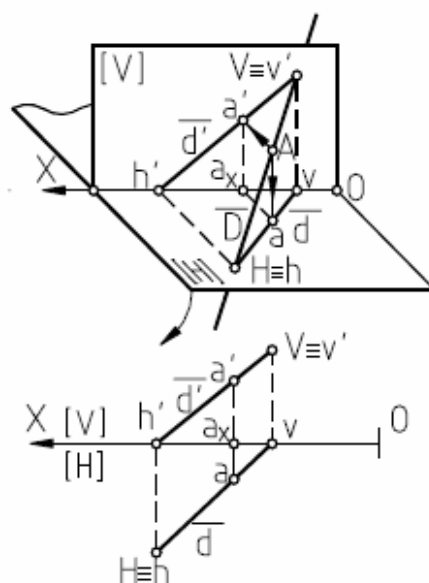


Fig.3.17 Urmele dreptei

notează cu $V(v, v')$ iar cea orizontală cu $H(h, h')$. Pentru a găsi urmele dreptei, atunci când sunt cunoscute proiecțiile sale, se procedează astfel: prelungim proiecția orizontală d până când aceasta intersectează axa de proiecție OX și, de aici, ridicăm linie de ordine până la proiecția verticală a dreptei d' obținând urma verticală $V(v, v')$; prelungim proiecția verticală d' până când intersectăm axa de proiecție OX , ridicăm linie de ordine până când intersectăm proiecția d și rezultă urma orizontală $H(h, h')$.

Un punct A aparține unei drepte dacă proiecțiile sale sunt situate pe proiecțiile de același nume ale dreptei. Conform figurii 3.17 putem scrie:

$$a \in \bar{d}, a' \in \bar{d}' \Rightarrow A(a, a') \in \bar{D}(\bar{d}, \bar{d}')$$

Relația (1) se citește astfel: proiecția a a punctului A aparține proiecției d a dreptei D , proiecția a' a punctului A aparține proiecției d' a dreptei D , rezultă că punctul A de proiecții a, a' aparține dreptei D de proiecții d, d' .

Regiunile dreptei

Porțiunea dintr-o dreaptă care aparține unui singur diedru se numește **regiune**, (fig.3.18). Cum diedrele sunt delimitate de planele de proiecție rezultă că regiunile dreptei sunt determinate de urmele dreptei. O dreaptă de poziție generală străbate trei diedre, în timp ce o dreaptă de poziție particulară străbate unul sau două diedre.

Fiind dată o dreaptă D prin proiecțiile sale d și d' (fig.3.18), pentru a cunoaște diedrele prin care trece aceasta trebuie să găsim, mai întâi, urmele sale, $V(v, v')$ și $H(h, h')$. Apoi, vom lua un punct $A(a, a')$, mobil pe dreapta în discuție, și îi vom analiza semnele coordonatelor descriptive pentru fiecare poziție distinctă în raport cu urmele dreptei. Așa cum se poate observa din figură, atunci când punctul $A(a, a')$ se află între urmele $V(v, v')$ și $H(h, h')$ atât cota sa cât și depărtarea au valori pozitive, deci punctul nostru este situat în diedrul I. Când punctul $A(a, a')$ se află la stânga urmei orizontale $H(h, h')$ depărtarea are o valoare pozitivă, iar cota are o valoare negativă - diedrul IV. În sfârșit, când punctul $A(a, a')$ se află la dreapta urmei

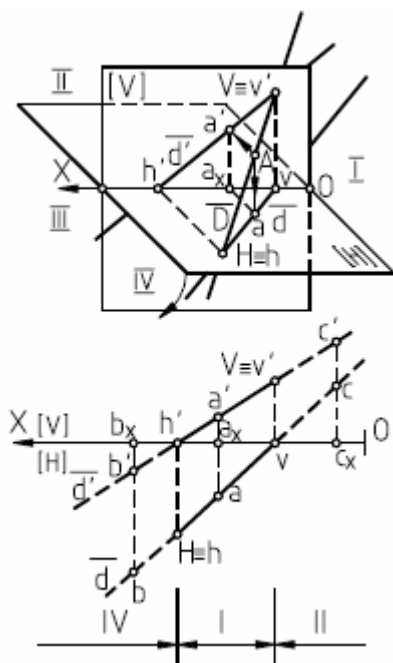


Fig.3.18 Regiunile dreptei

verticale $V(v, v')$, depărtarea are o valoare negativă în timp ce, cota are o valoare pozitivă - diedrul II.

3.4.2. Reprezentarea dreptei în triplă proiecție ortogonală

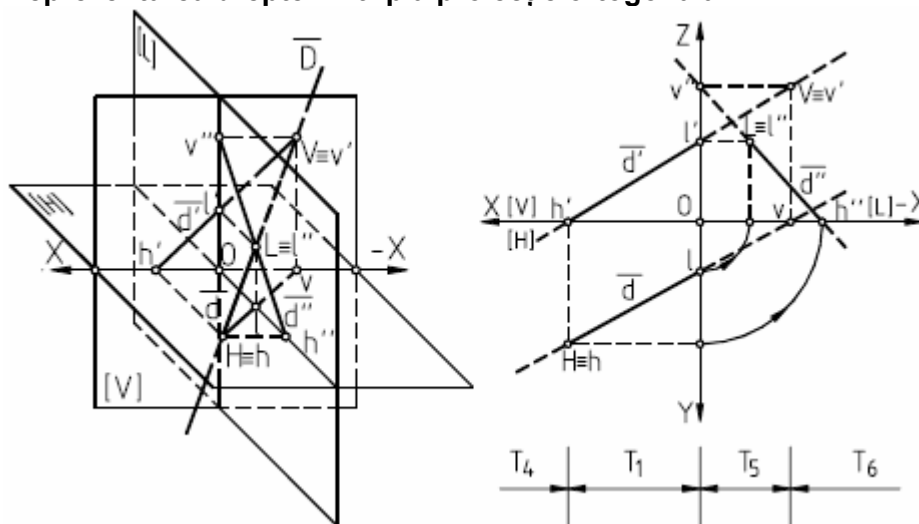


Fig.3.19 Tripla proiecție ortogonală a dreptei, epură, regiunile dreptei

Când se folosește și planul lateral de proiecție $[L]$, (fig. 1.4), unei dreptei D din spațiu îi corespund trei proiecții: proiecția orizontală d , proiecția verticală d' și proiecția laterală d'' , dreapta notându-se: $D(d, d', d'')$.

Acum se poate vorbi și de urma laterală a dreptei $L(l, l', l'')$. Pentru a o găsi, în epură, prelungim proiecțiile d și d' , până la axa OZ , determinăm proiecțiile l și l' ale urmei laterale și, apoi, cu ajutorul acestora din urmă se află proiecția laterală a urmei $[L] - l''$.

3.5. Proiecția cotată

Proiecția cotată cunoscută și sub denumirea de *geometrie cotată* sau metoda planelor cotate, are drept scop reprezentarea corpurilor, cu forma și dimensiunile lor reale, cu ajutorul unui singur plan de proiecție. Ea se utilizează îndeosebi la reprezentările în care una din cele trei dimensiuni este mult redusă față de celelalte două, cum ar fi o formă de relief, lucrări de terasamente, căi de comunicații etc.

Problema corespondenței biunivoce, în proiecția cotată, a fost rezolvată prin reprezentarea obiectelor pe planul cu două dimensiuni și notarea cotelor punctelor față de acest plan.

Proiecția cotată a unui punct este proiecția sa ortogonală pe planul considerat, adică urma proiectantei pe plan, având înscrisă alături cota. Astfel, proiecția unui punct A (fig. 3.20) pe planul P este a , având cota 4, proiecția punctului B este b cu cota 5, iar a punctului C este c cu cota 0, adică $c = C$.

Planul de referință se ia obișnuit orizontal (H așezat sub obiectul de reprezentat) și se numește plan de proiecție.

În cazul planurilor topografice acest plan este nivelul mării. Cotele pozitive se numesc și *altitudini*, iar cotele negative *adâncimi*. Planurile care conțin obiecte reprezentate în proiecție cotată se numesc *planuri cotate*.

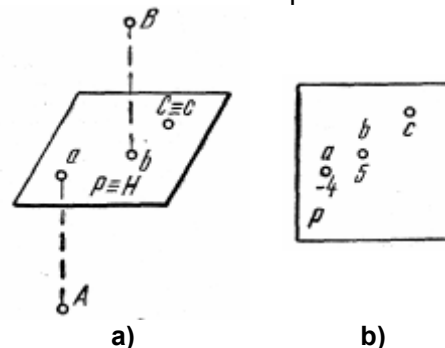


Fig.3.20 Proiecția cotată a unui punct

3.6. APLICAȚIE

Planșa 4: Format A3; indicator tip „mare”; scara 1:1; Titlul: PROIECȚII

Să se reprezinte un punct A în dublă și triplă proiecție ortogonală și o dreaptă $[D]$ în dublă proiecție ortogonală. Coordonatele pct A și urmele dreptei pe cele două planuri sunt arbitrar alese

4. REPRESENTAREA OBIECTELOR

4.1. Dispunerea proiecțiilor

Determinarea completă ca formă și dimensiuni a unui obiect se realizează prin **representarea ortogonală pe mai multe plane de proiecție**.

Uneori nu sunt suficiente două sau trei proiecții, fiind necesare 4, 5, 6 sau chiar mai multe proiecții, în unele situații fiind nevoie de **representări combinate** (vederi și secțiuni) pe aceeași proiecție.

Modul de dispunere a proiecțiilor ortogonale ale unei piese (vederi și secțiuni) pe desenele tehnice poartă numele de **dispunerea proiecțiilor** și este reglementată prin **STAS 614-76**.

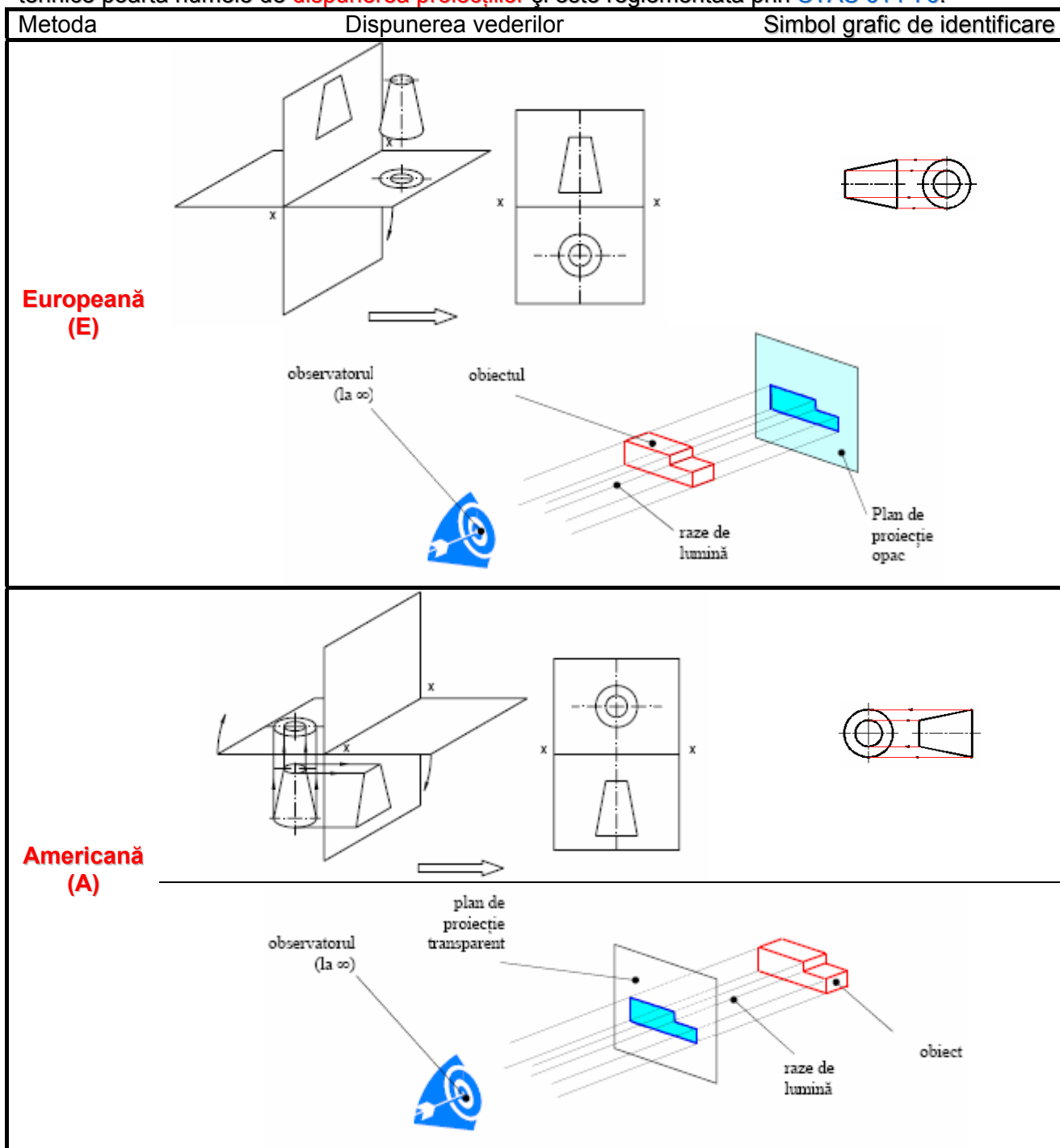


Fig. 4.1

Diferența dintre cele două metode constă în faptul că:

- **metoda europeană** consideră piesa situată în **primul triedru**;
- **metoda americană** consideră că piesa este situată în **al cincilea triedru**.

Simbolul grafic de identificare utilizat se reprezintă într-o rubrică a indicatorului sau alături de desen.

Ambele metode consideră piesa situată imaginar în interiorul unui cub denumit **cub de proiecție**, iar **proiecțiile se obțin pe cele șase fețe interioare ale cubului** prin metoda proiecției paralele ortogonale (figura 4.2). Rezultă un număr de șase proiecții, care poartă denumirea de **vederi**. În metoda europeană, denumirea vederilor se stabilește în raport cu direcția de proiectare astfel:

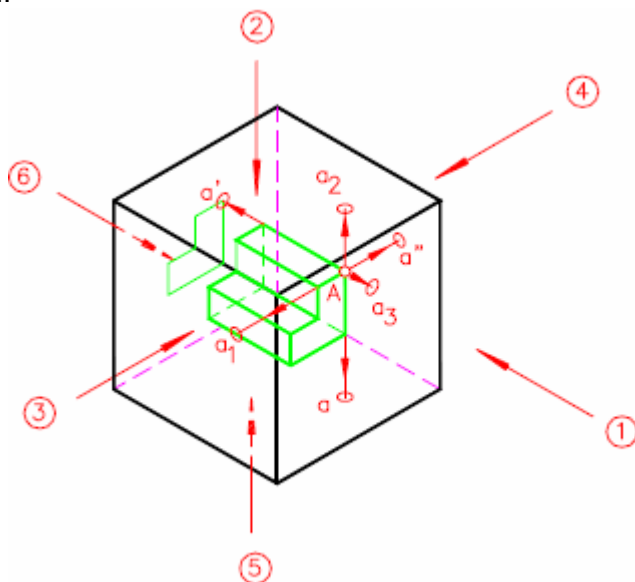


Fig.4.2 Cubul de proiecție (metoda E)

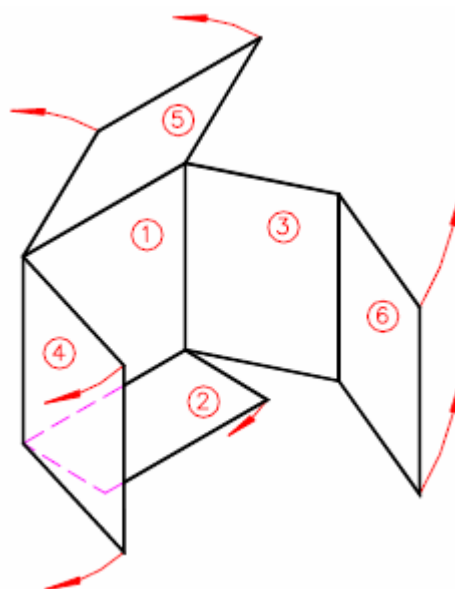
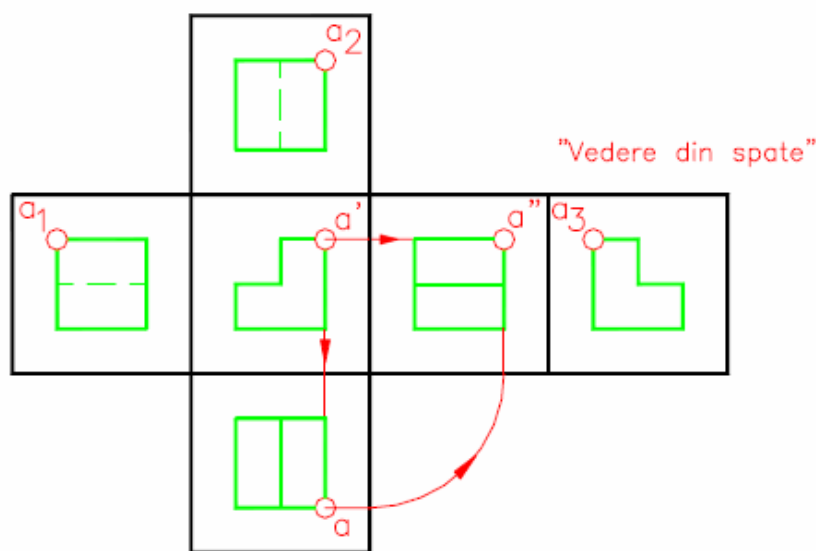


Fig.4.3 Desfacerea cubului

- 1) **Vederea din față** este proiecția pe planul vertical din spate (piesa este privită din direcția săgeții 1), vederea din față se mai numește și proiecția principală;
- 2) **Vederea de sus** este proiecția pe planul orizontal inferior (piesa este privită din direcția săgeții 2);



Dispunerea proiecțiilor

- 3) **Vederea din stânga** este proiecția pe planul lateral dreapta (piesa este privită din direcția săgeții 3);

- 4) **Vederea din dreapta** este proiecția pe planul lateral stânga (piesa este privită din direcția săgeții 4);

- 5) **Vederea de jos** este proiecția pe planul orizontal superior (piesa este privită din direcția săgeții 5);

- 6) **Vederea din spate** este proiecția pe planul vertical din față (piesa este privită din direcția

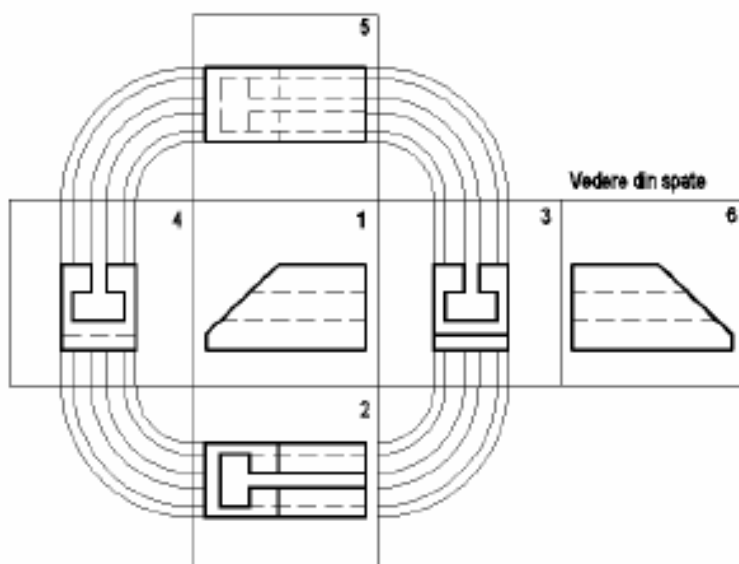
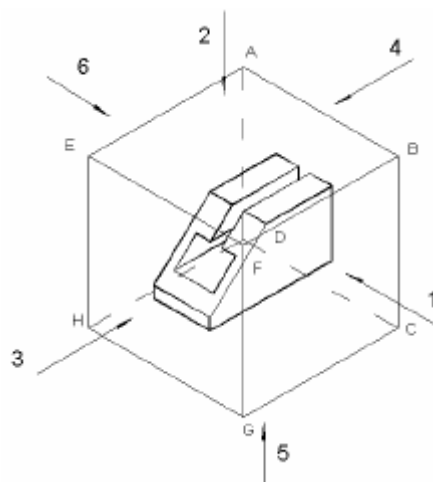
săgeții 6).

Odată obținute vederile de pe fețele interioare ale cubului de proiectare, acesta se desface, în sensul că, toate fețele sale se rotesc până când ajung în același plan cu fața care conține vederea din față, (figura 4.3).

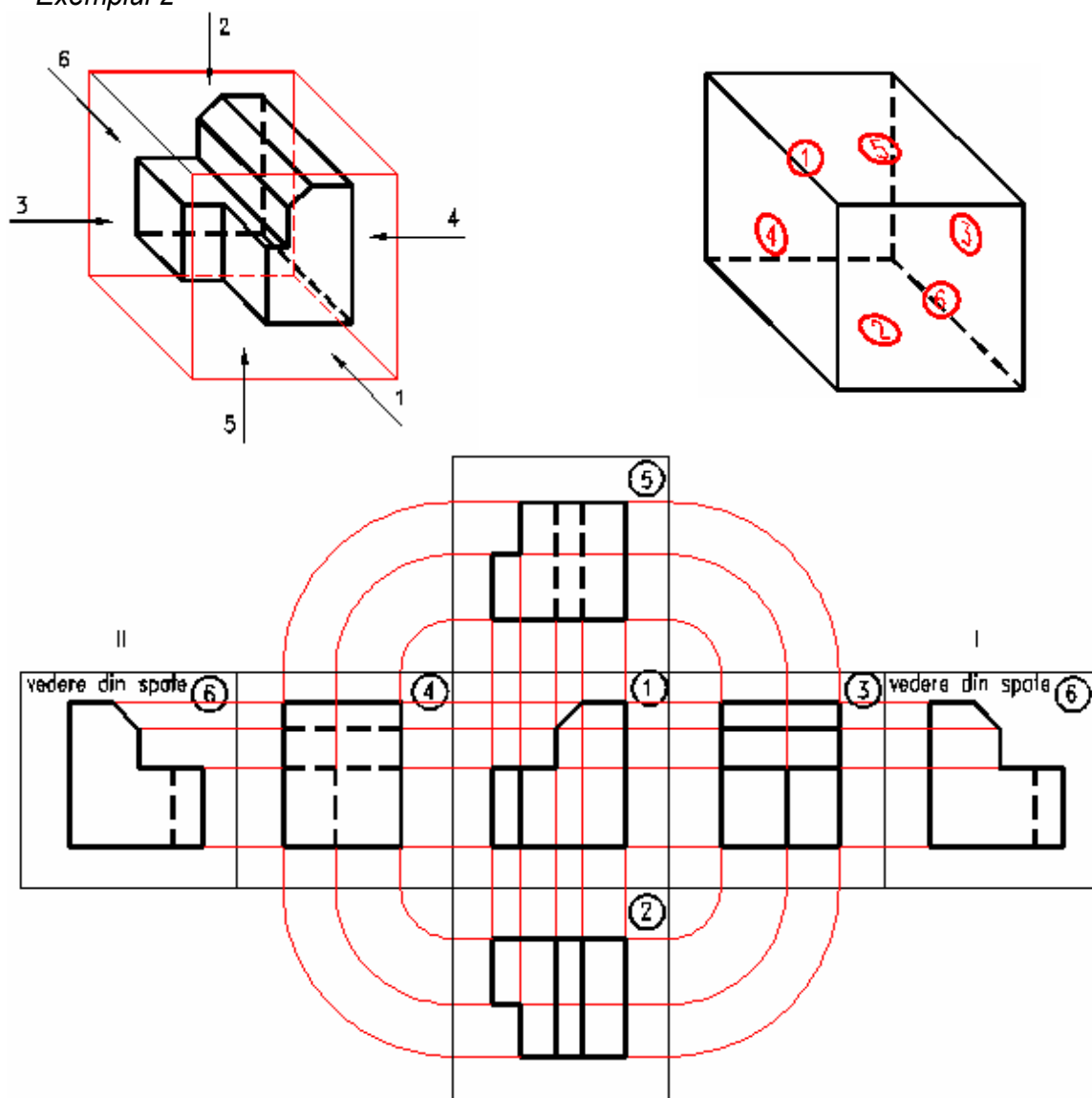
În aceste condiții, deducem că fiecare vedere va ocupa întotdeauna, o aceeași poziție în

raport cu vederea din față. Vederea din față se mai numește și **vedere principală** tocmai datorită faptului că realizarea desenului se face prin raportare la aceasta.

Exemplul 1

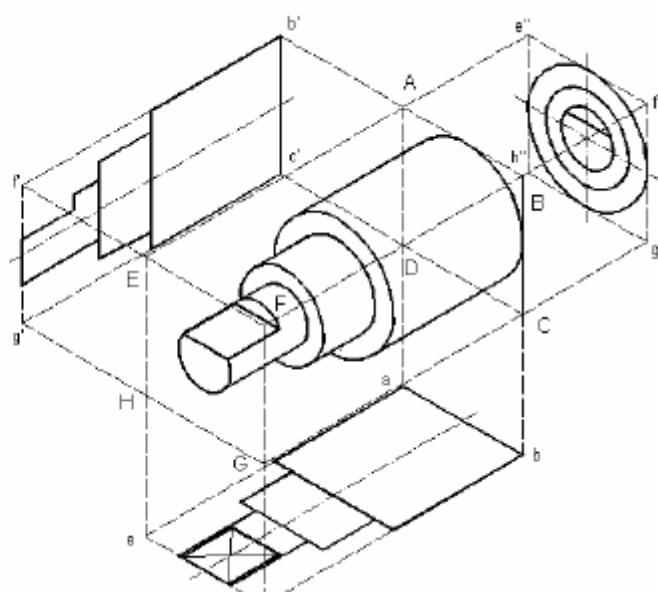
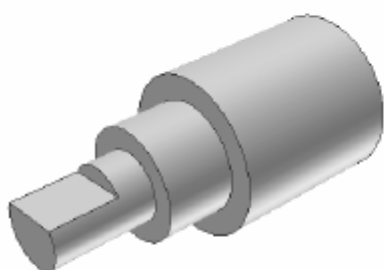


Exemplul 2



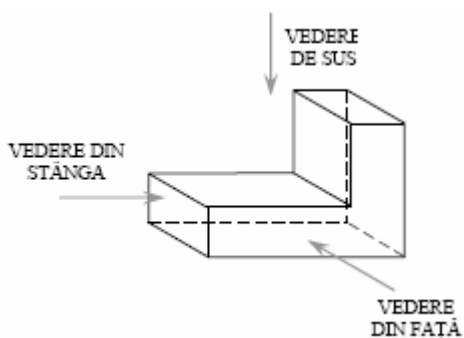
În practică nu se trasează întotdeauna toate cele șase vederi ci, doar, numărul minim necesar (cel puțin două).

Exemplul 3



Orientarea obiectelor

Orice obiect poate fi așezat în mai multe poziții, în vederea reprezentării. Alegerea poziției de reprezentare se face astfel încât majoritatea fețelor sale să fie perpendiculare pe direcția proiectantelor (direcțiilor de privire) și paralele cu planele de proiecție, ca în figura alăturată. Orice altă poziție a obiectului, cu fețele înclinate față de planele de proiecție, va complica desenul, deformând fețele obiectului și făcând dificilă realizarea proiecțiilor și citirea lor. Pentru a defini complet un obiect, desenul trebuie să conțină diferite linii reprezentând conturul aparent al proiecțiilor, muchii, intersecții de suprafețe. În fiecare proiecție pot exista unele părți ale obiectului pe care observatorul să nu le poată vedea, fiind acoperite. Aceste părți invizibile în vederea respectivă se evidențiază prin folosirea *liniei întrerupte*.



Orientarea obiectelor

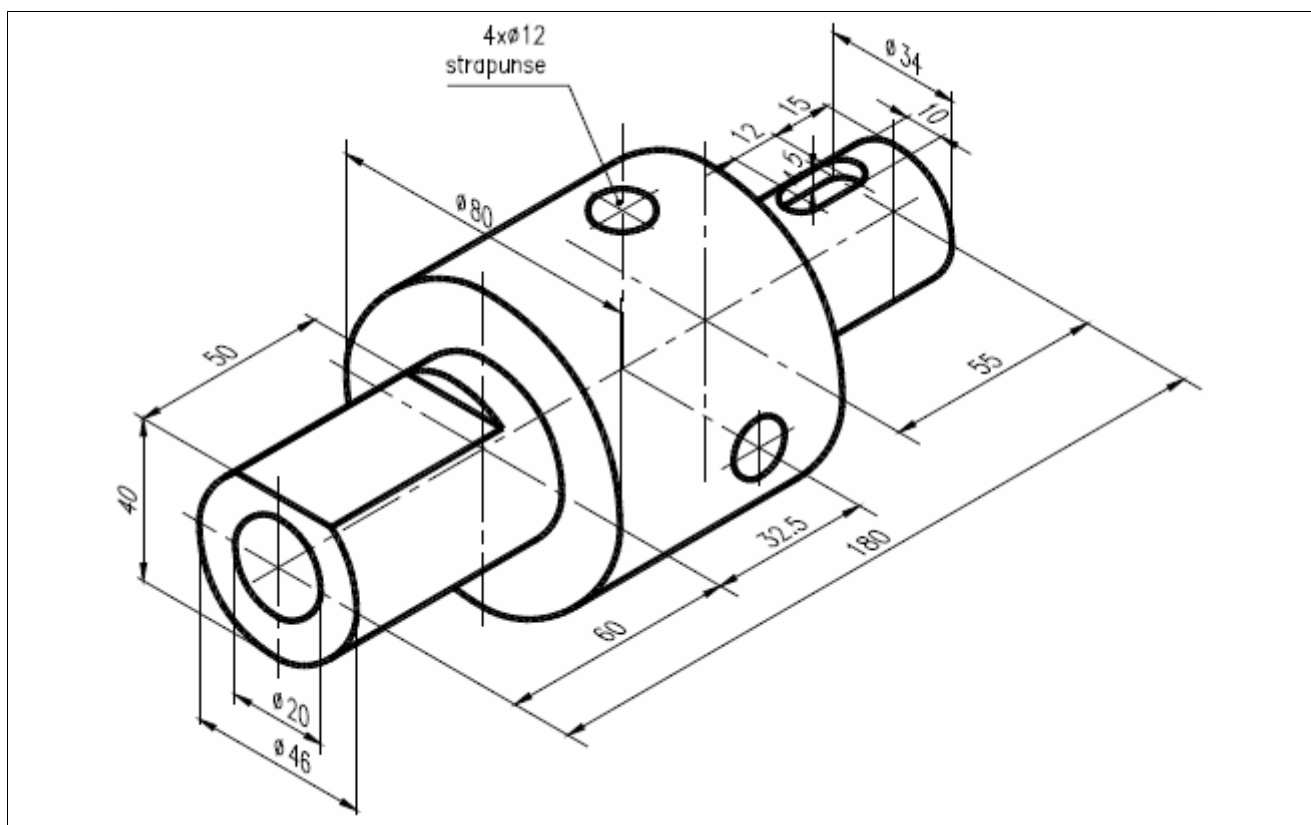
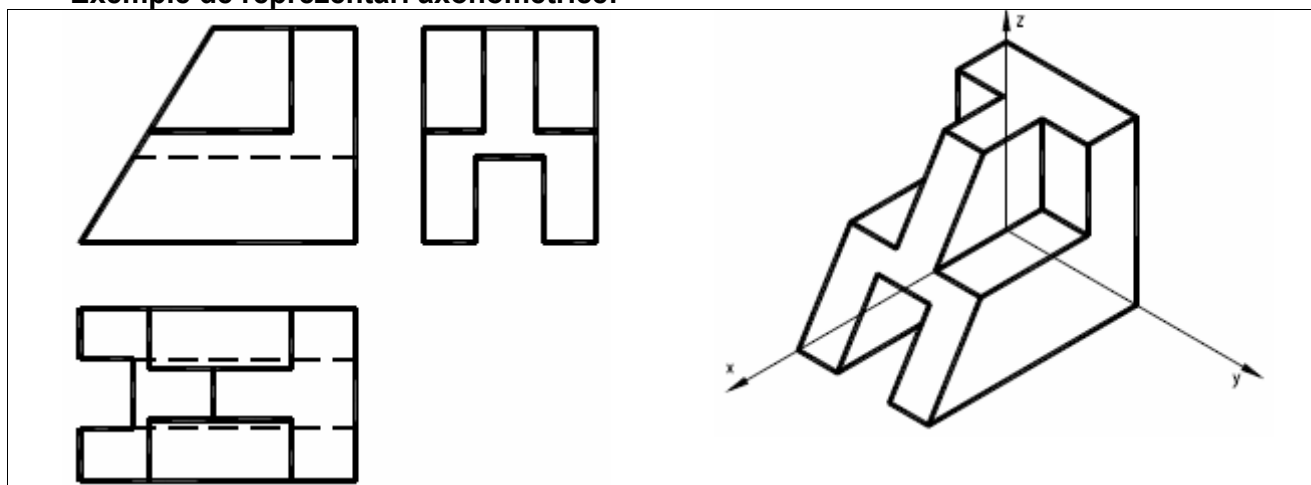
Observații:

1. Denumirea vederilor nu se înscrie pe desene, cu excepția vederii din spate alături de care se inscripționează textul : „vedere din spate”.
2. Se recomandă ca, pe lângă vederea principală, să se traseze mai întâi, vederea din stânga și cea de sus și, apoi, celelalte vederi.

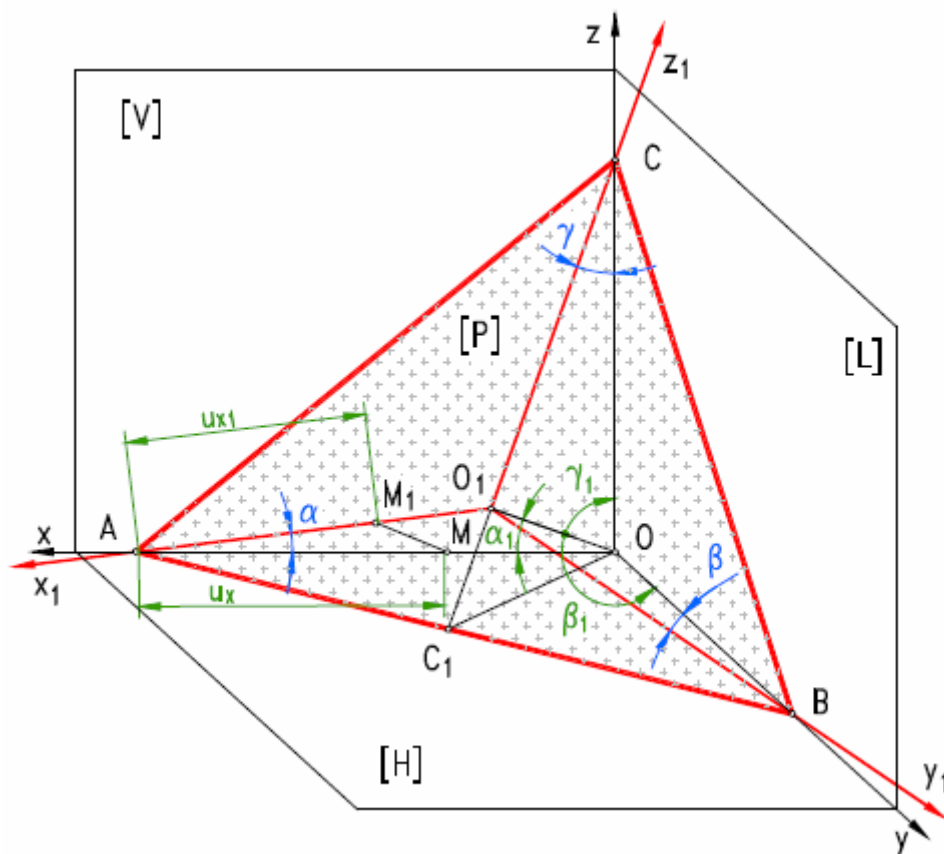
4.2. REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ

Reprezentarea axonometrică sau perspectiva tehnică este proiecția paralelă a unui obiect pe un plan înclinat față de axele obiectului sau paralel cu una sau două din acestea.

Exemple de reprezentări axonometrice:



Elementele axonometriei:



- planul axonometric [P] înclinat față de planele triedrului de proiecție;
- triunghiul axonometric ABC; punctele A, B și C sunt punctele de intersecție ale planului axonometric cu axele triedrului de proiecție;
- axele axonometrice (O_1x_1) , (O_1y_1) , (O_1z_1) ;
- O_1 reprezintă proiecția pe planul [P] a punctului O.

Observații:

- α este unghiul dintre (Ox) și (O_1x_1) ; α_1 este unghiul dintre (OO_1) și (Ox) ;
- β este unghiul dintre (Oy) și (O_1y_1) ; β_1 este unghiul dintre (OO_1) și (Oy) ;
- γ este unghiul dintre (Oz) și (O_1z_1) ; γ_1 este unghiul dintre (OO_1) și (Oz) ;

Coeficienți de reducere:

În triunghiul dreptunghic AMM_1 :

$$\cos \alpha = AM_1 / AM$$

$$AM_1 = AM \cos \alpha$$

Deoarece $\cos \alpha \leq 1$ rezultă $AM_1 \leq AM$.

Concluzie:

Orice segment de pe una din axele reperului ortogonal (sau de pe o dreaptă paralelă cu aceasta) se va proiecta pe planul axonometric deformat (mai mic).

Valoarea raportului dintre proiecția segmentului și segment reprezintă **coeficientul de deformare (de reducere)** al axei respective.

- $\cos \alpha$ este coeficientul de reducere al axei (Ox) ;
- $\cos \beta$ este coeficientul de reducere al axei (Oy) ;
- $\cos \gamma$ este coeficientul de reducere al axei (Oz) .

Punctul M de pe axa sistemului ortogonal se proiectează pe planul axonometric în punctul M_1 situat pe axa axonometrică (O_1x_1) .

Scări:

Unitatea de lungime u (u_x , u_y și u_z) este transpusă la scara 1:1 pe axele (Ox) , (Oy) și (Oz) . Proiecțiile segmentelor u_x , u_y și u_z pe planul axonometric, segmentele u_{x1} , u_{y1} și u_{z1} , sunt

denumite scări axonometrice.

Ca urmare:

- scara de reprezentare pe axa (O_1x_1): $u_{x_1} = \cos\alpha$
- scara de reprezentare pe axa (O_1y_1): $u_{y_1} = \cos\beta$
- scara de reprezentare pe axa (O_1z_1): $u_{z_1} = \cos\gamma$

Relația fundamentală a axonometriei:

$$\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 2.$$

Clasificarea reprezentărilor axonometrice:

- După direcția de proiectare:
 - reprezentare **ortogonală**, pentru care coeficientul de deformare este mai mic sau cel mult egal cu 1;
 - reprezentare **oblică**, la care coeficientul de deformare poate fi și mai mare decât 1.
- După poziția planului axonometric față de axele obiectului:
 - reprezentare **izometrică**, pentru care planul axonometric este egal înclinat față de axele dimensionale ale obiectului, iar coeficientul de deformare este același pentru toate cele trei axe;
 - reprezentare **dimetrică**, la care planul axonometric este egal înclinat față de două din axele dimensionale ale obiectului, iar coeficientul de deformare este același pentru cele două axe;
 - reprezentare **trimetrică** sau anizometrică la care planul axonometric este înclinat diferit față de toate cele trei, iar coeficientul de deformare este diferit pentru toate trei axele

REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ IZOMETRICĂ

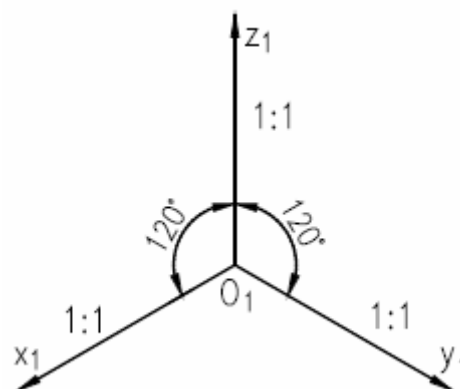
Avantaje:

- este ușor de construit;
- dă o imagine foarte apropiată de imaginea reală a obiectelor.

Caracteristici:

- triunghiul axonometric este **echilateral**;
- axele axonometrice formează între ele **unghiuri de 120°** ;
- **coeficienții de reducere sunt egali**;
- $3 \cos^2\alpha = 2$; $\cos^2\alpha = 2/3$; **$\cos\alpha \approx 0,82$** .

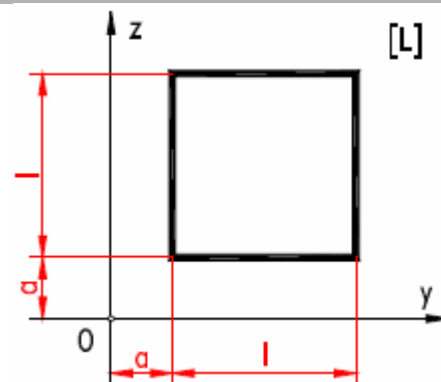
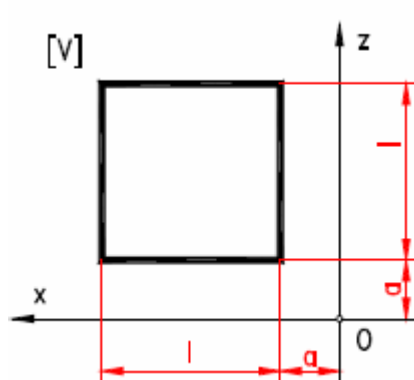
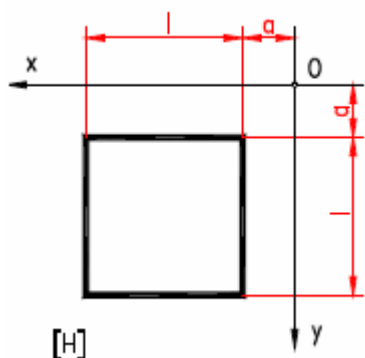
Observație: Deoarece coeficienții de reducere pe cele trei axe sunt egali cu 0,82, în practică, pentru simplificarea calculelor, ei se pot aproxima cu 1, considerând că această aproximare nu modifică fundamental reprezentarea obținută.



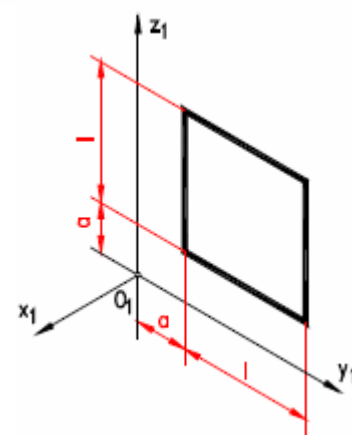
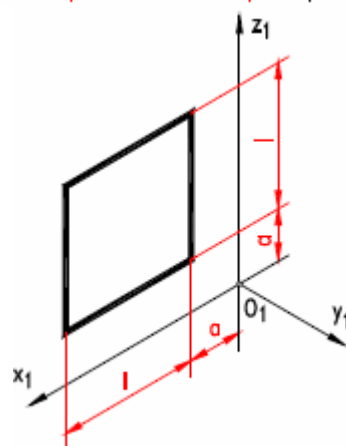
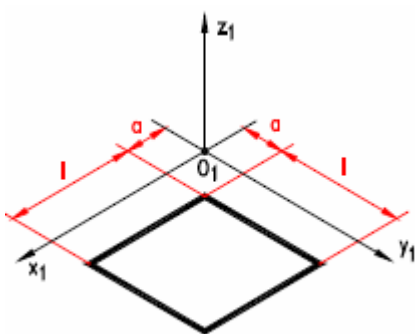
Reprezentări axonometrice izometrice ale figurilor plane

PĂTRATUL

Reprezentare în epură

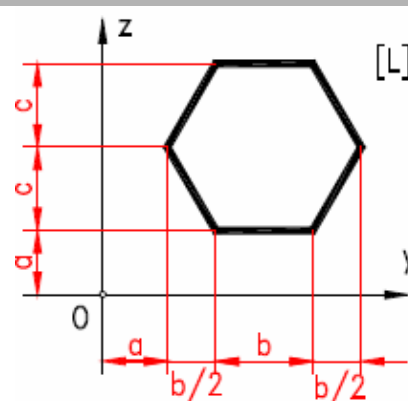
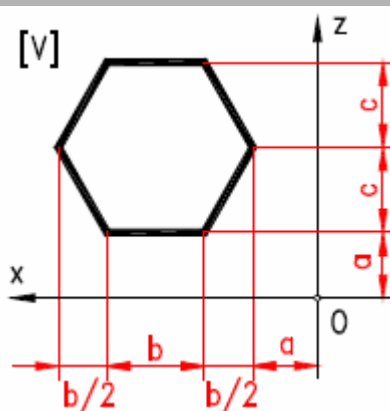
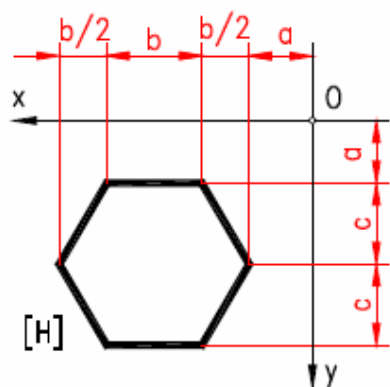


Reprezentare axonometrică

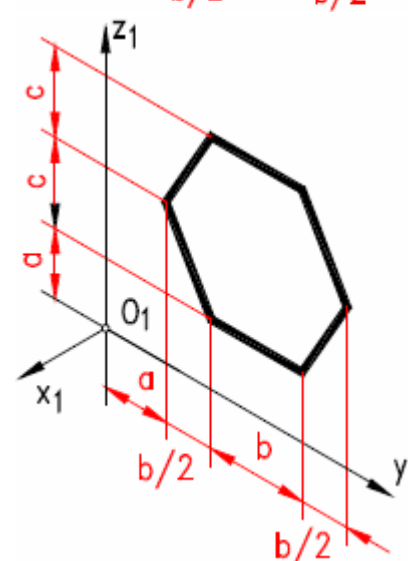
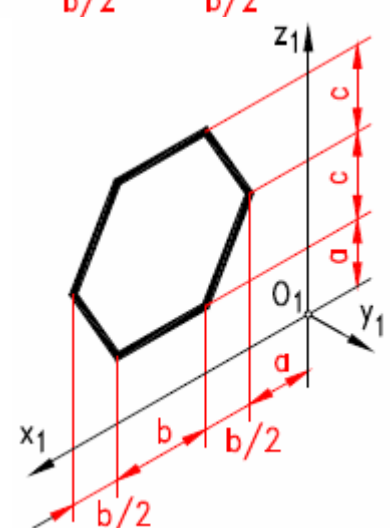
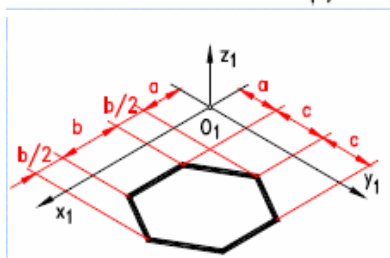


HEXAGONUL

Reprezentare în epură



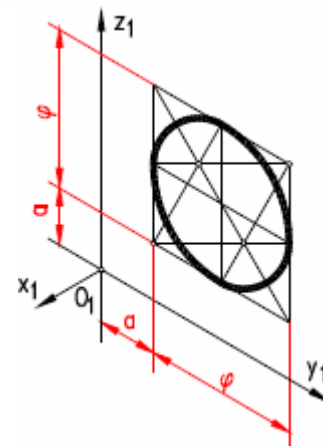
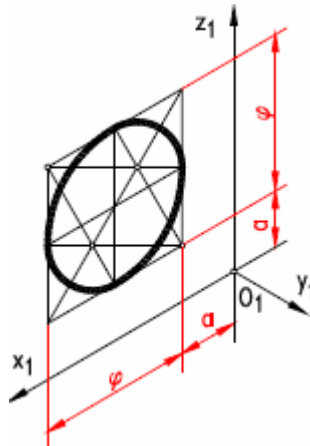
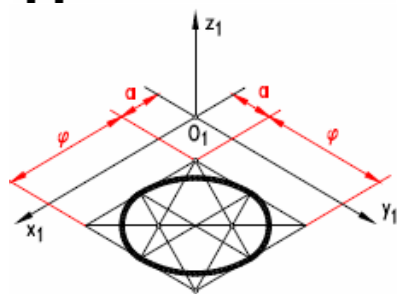
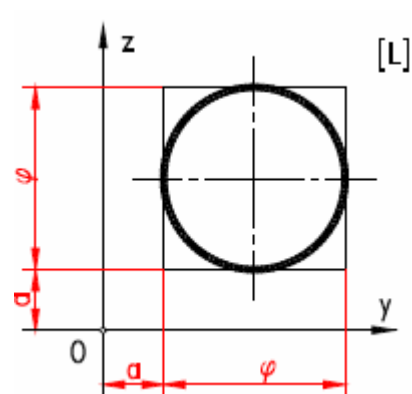
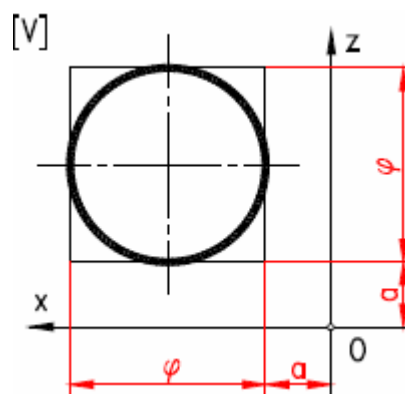
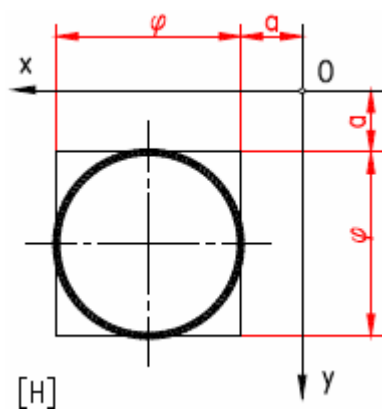
Reprezentare axonometrică



CERCUL

Reprezentare în epură

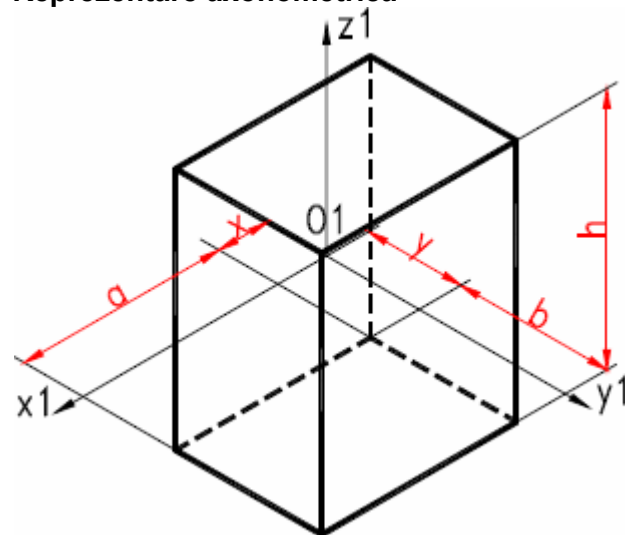
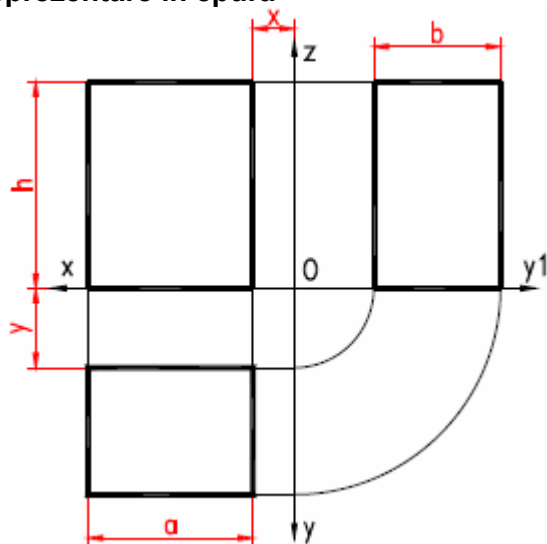
Reprezentare axonometrică



REPREZENTĂRI AXONOMETRICE IZOMETRICE ALE UNOR CORPURI GEOMETRICE ELEMENTARE

Reprezentare în epură

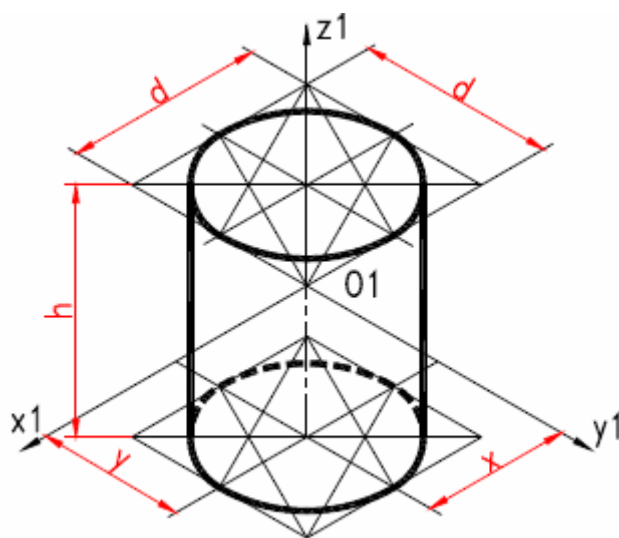
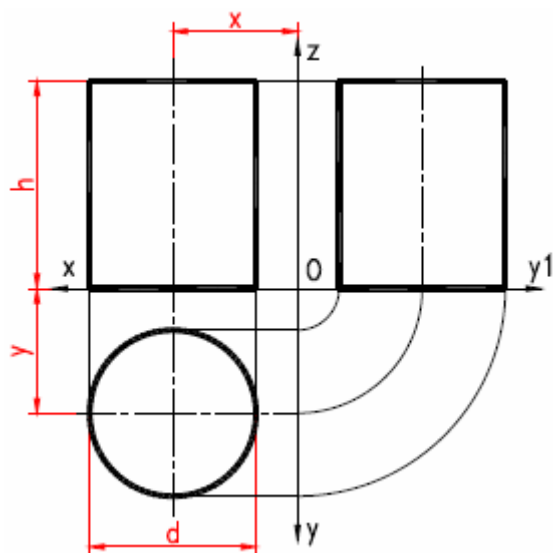
Reprezentare axonometrică



- Se reprezintă axonometric baza, folosind metoda coordonatelor;
- Se trasează muchiile laterale de înălțime h , paralele cu axa (O_1z_1) ;
- Se reprezintă și baza superioară, paralelă cu baza inferioară;
- Se evidențiază porțiunile vizibile ale paralelipipedului, iar muchiile nevizibile se reprezintă cu linie întreruptă.

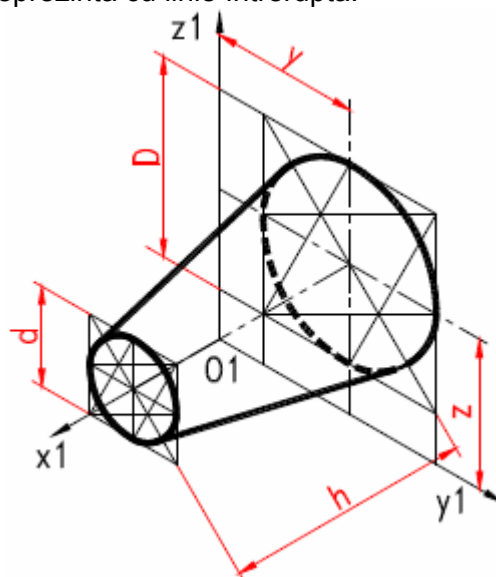
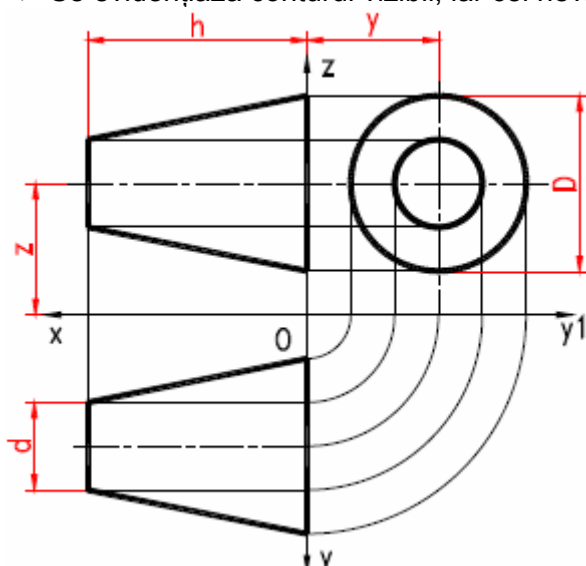
PARALELIPEDUL

CILINDRUL



- Se reprezintă axonometric baza, folosind metoda coordonatelor;
- La înălțimea h se trasează și baza superioară a cilindrului;
- Se duc tangente la cele două baze, paralele cu $(O1z1)$;
- Se evidențiază conturul vizibil, iar cel nevizibil se reprezintă cu linie întreruptă.

TRUNCHIUL DE CON



- Se reprezintă axonometric cercul bazei de diametru D , folosind metoda coordonatelor;
- La înălțimea h se trasează și cercul bazei mici, de diametru d ;
- Se duc tangente la cele două baze;
- Se evidențiază conturul vizibil, iar cel nevizibil se reprezintă cu linie întreruptă.

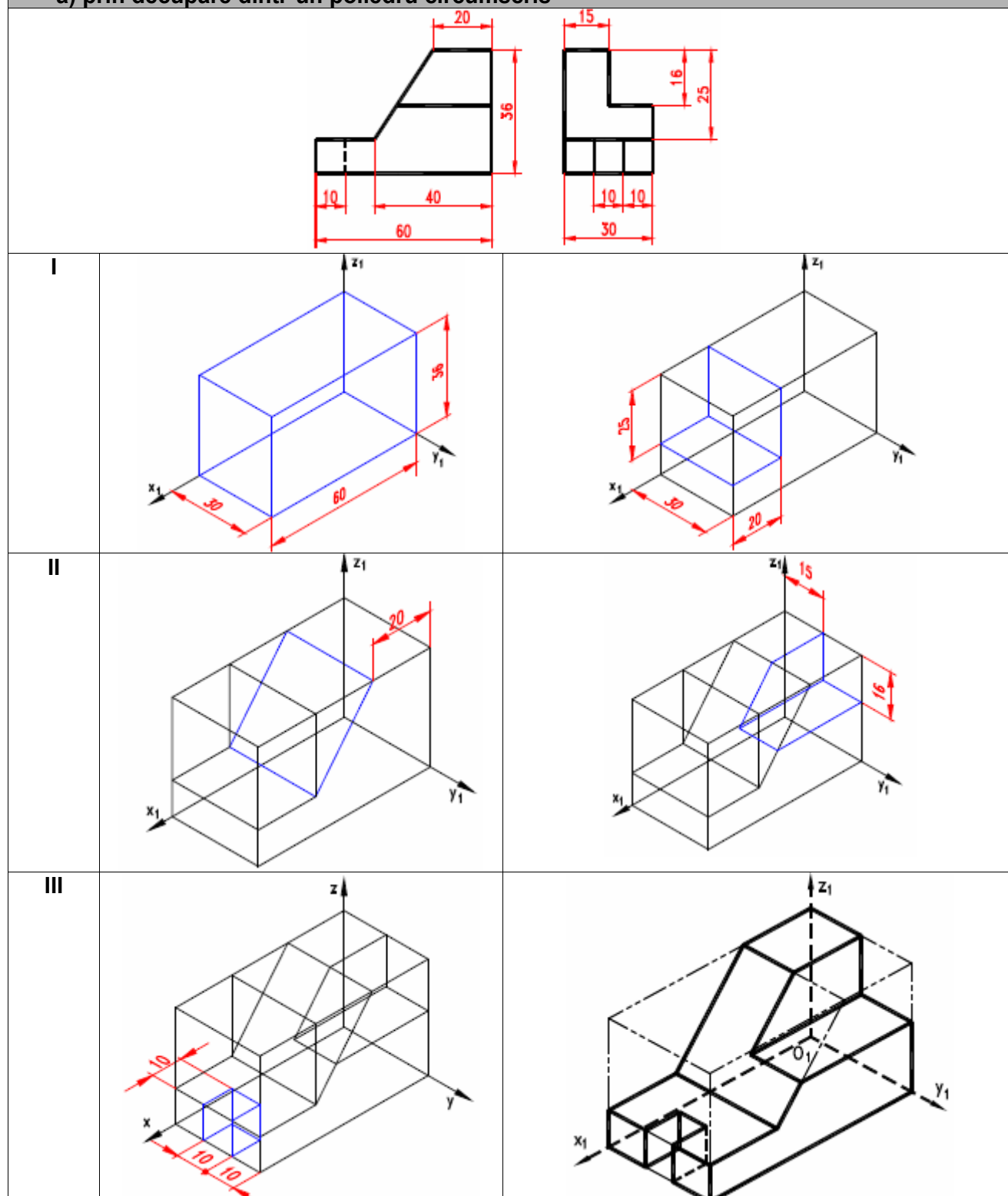
EXEMPLE DE REPREZENTĂRI AXONOMETRICE

Reprezentarea axonometrică a unui corp se face prin mai multe metode:

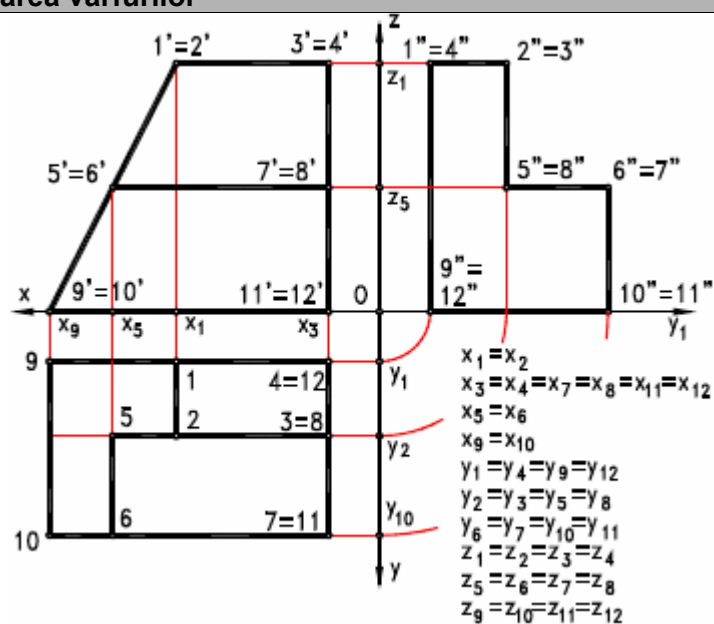
- prin **decupare** dintr-un poliedru circumscris corpului;
- prin **reprezentarea vârfurilor** sau a **muchiiilor** lui; metoda este greoaie, necesită un volum mare de muncă și este necesară cunoașterea coordonatelor vârfurilor;
- prin **intersectarea corpurilor simple** care îl compun; se are în vedere faptul că două plane intersectate de un al treilea plan dau drepte de intersecție paralele între ele;
- **combinații ale metodelor** de mai sus.

Orice reprezentare axonometrică pornește de la reprezentarea ortogonală a piesei, considerându-se cunoscuți și coeficienții de reducere pe cele trei axe.

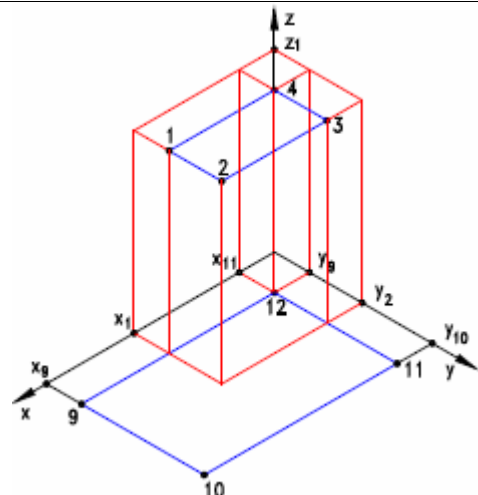
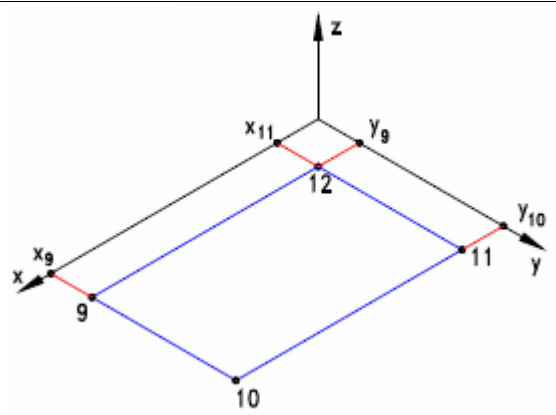
a) prin decupare dintr-un poliedru circumscris



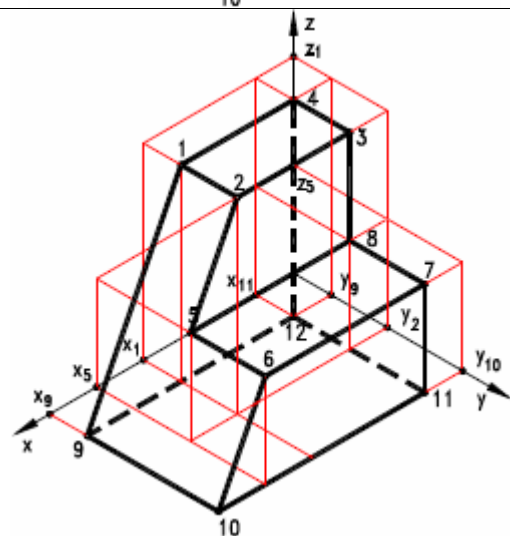
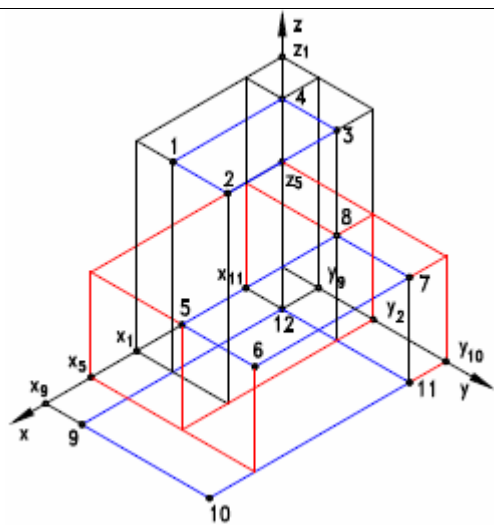
b) prin reprezentarea vârfurilor



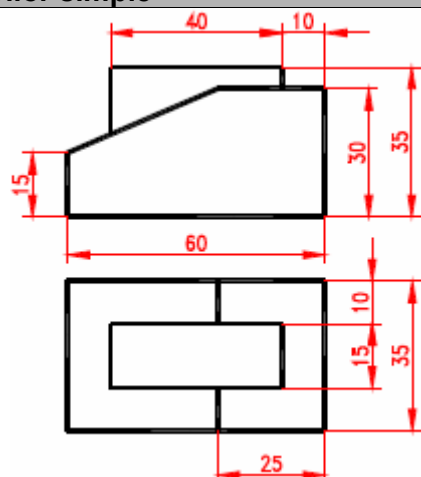
I



II



b) prin intersectarea corpurilor simple

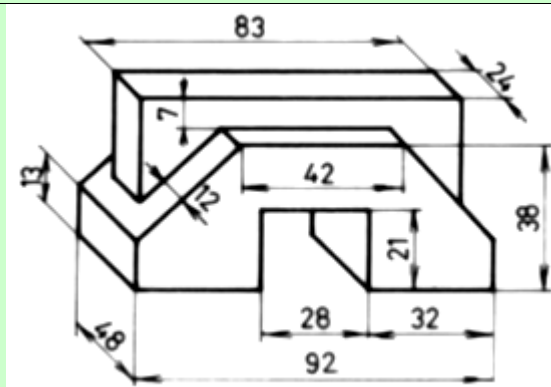
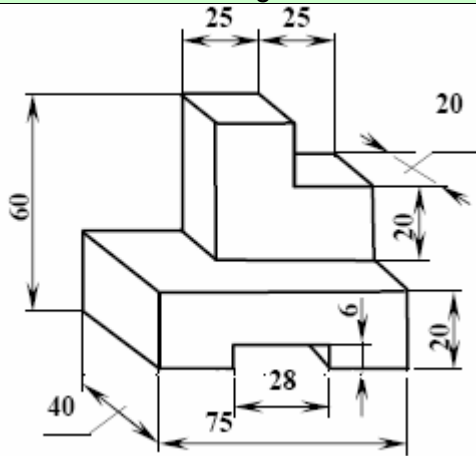


I		
II		
III		

4.3. Aplicație

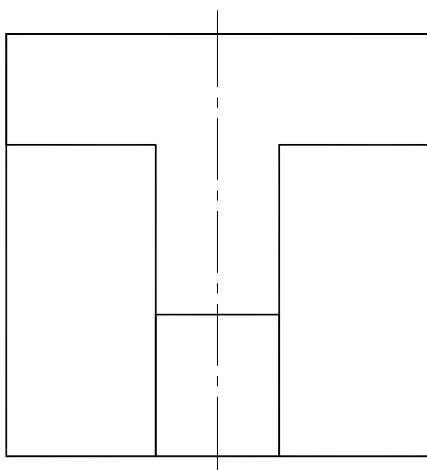
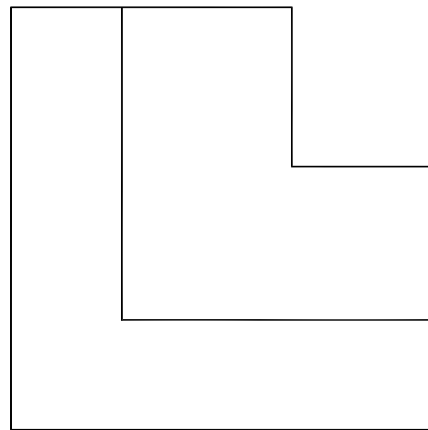
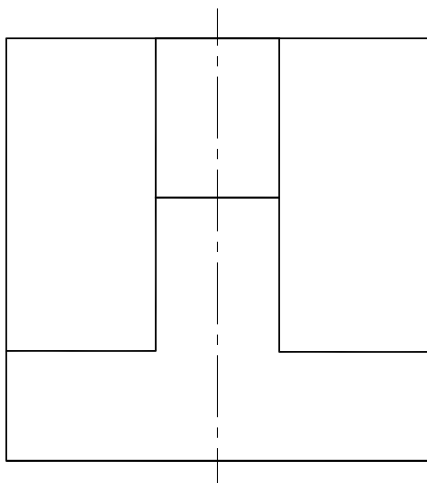
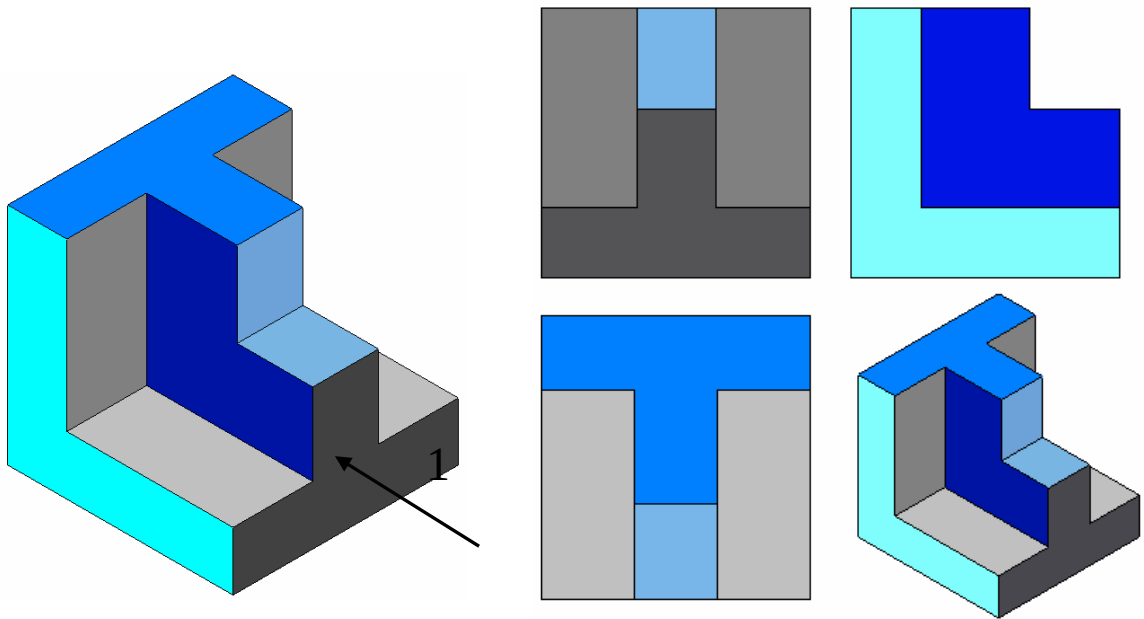
Planșa 4: Format A3; indicator tip „mare”; scara 1:1; Titlul: „VEDERI OBIECTE”

Reprezentarea axonometrică izometrică și cele șase vederi (METODA EUROPEANĂ) pt unul din obiectele din imaginile de mai jos (dimensiunile sunt date în mm), sau unul din obiectele de la exerciții cu dimensiuni la alegere:

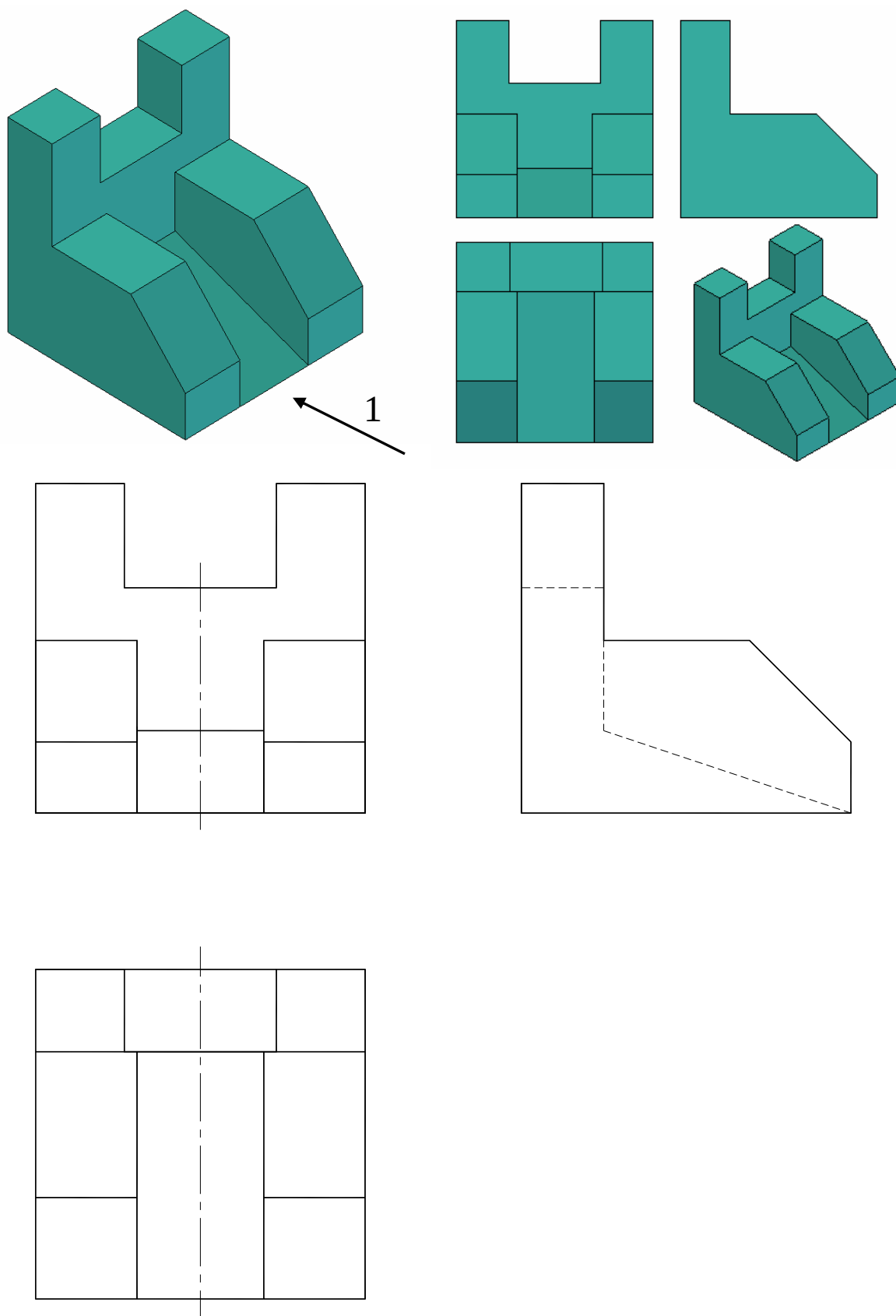


4.4. REPRESENTĂRI AXONOMETRICE IZOMETRICE ȘI ÎN EPURĂ. Exemple cu trei vederi (din față, de sus și din stânga) rezultate în urma proiecțiilor ortogonale pe planele vertical [V+], orizontal [H+] și respectiv lateral [L+]

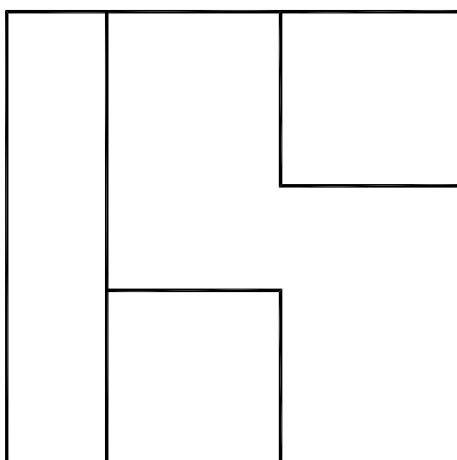
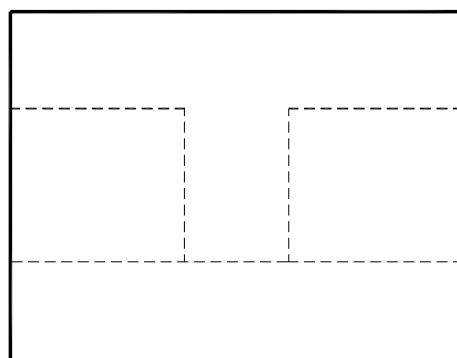
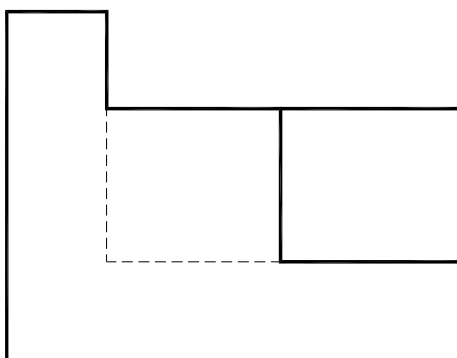
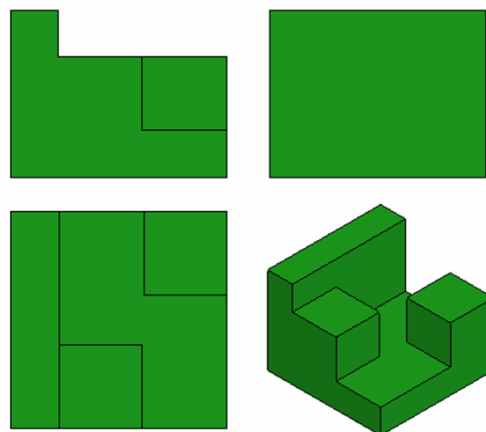
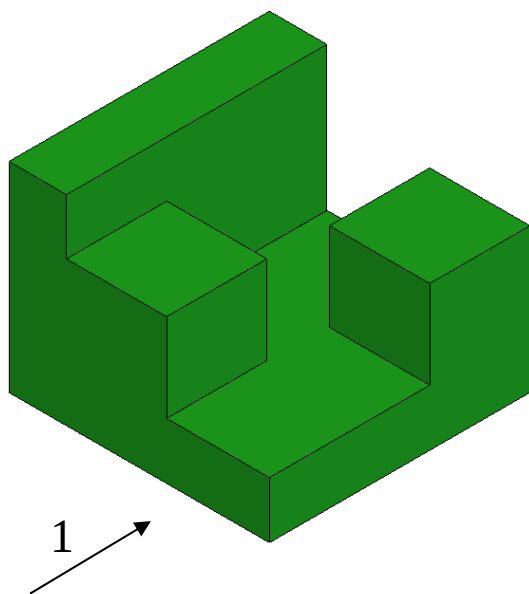
Exercițiul 1: Reprezentarea axonometrică și proiecțiile ortogonale ale piesei



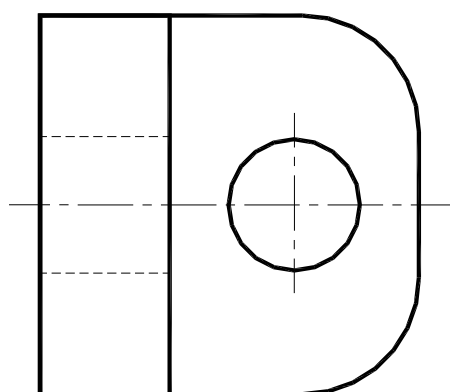
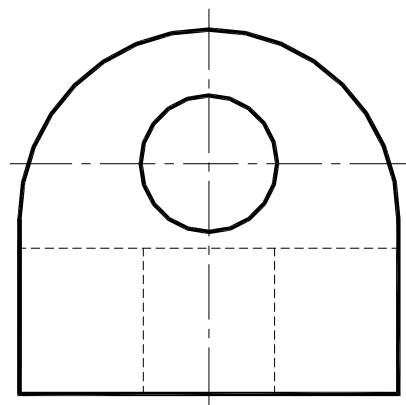
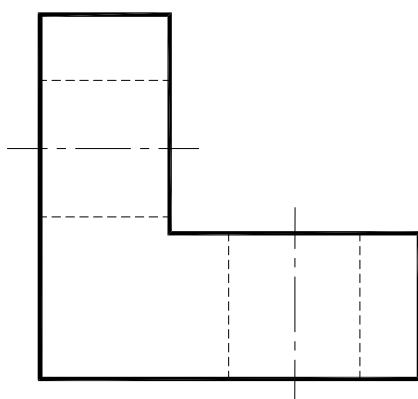
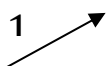
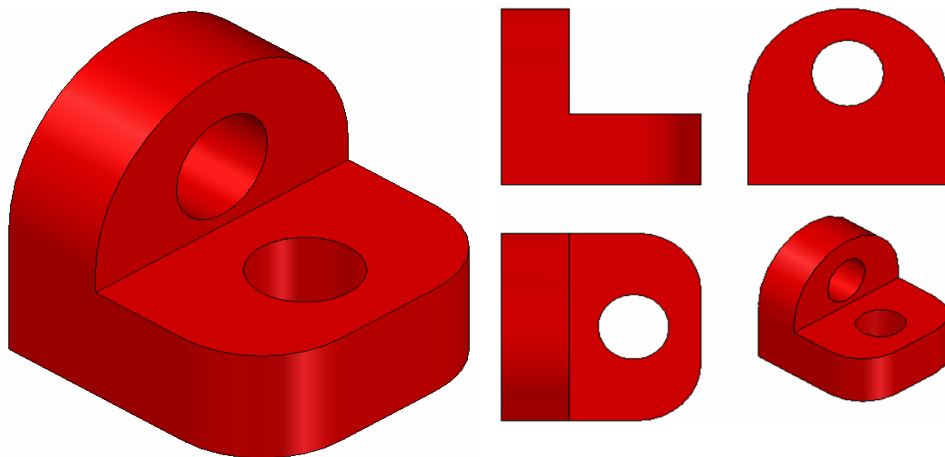
Exercițiul 2: Reprezentarea axonometrică și proiecțiile ortogonale ale piesei



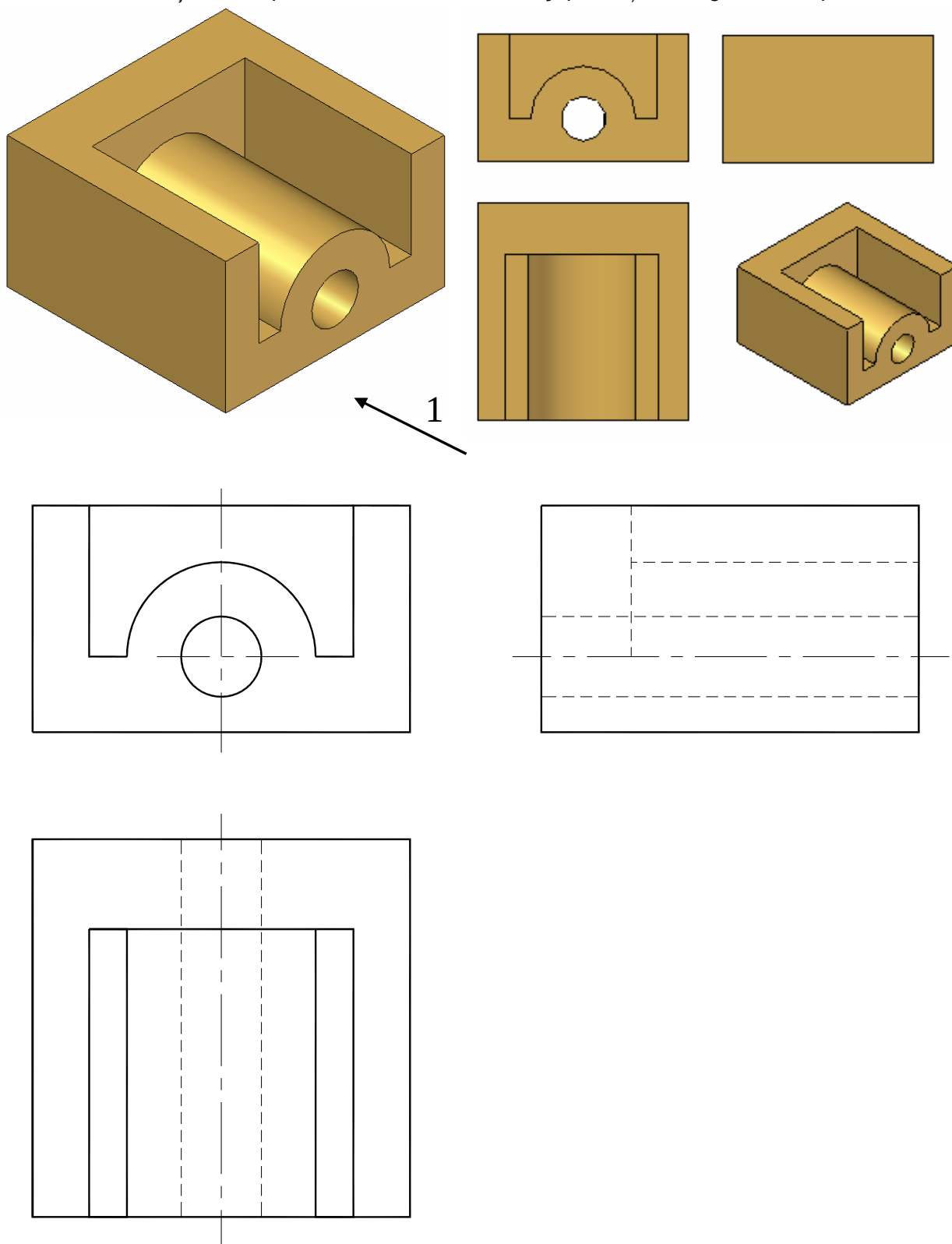
Exercițiul 3 Reprezentarea axonometrică și proiecțiile ortogonale ale piesei



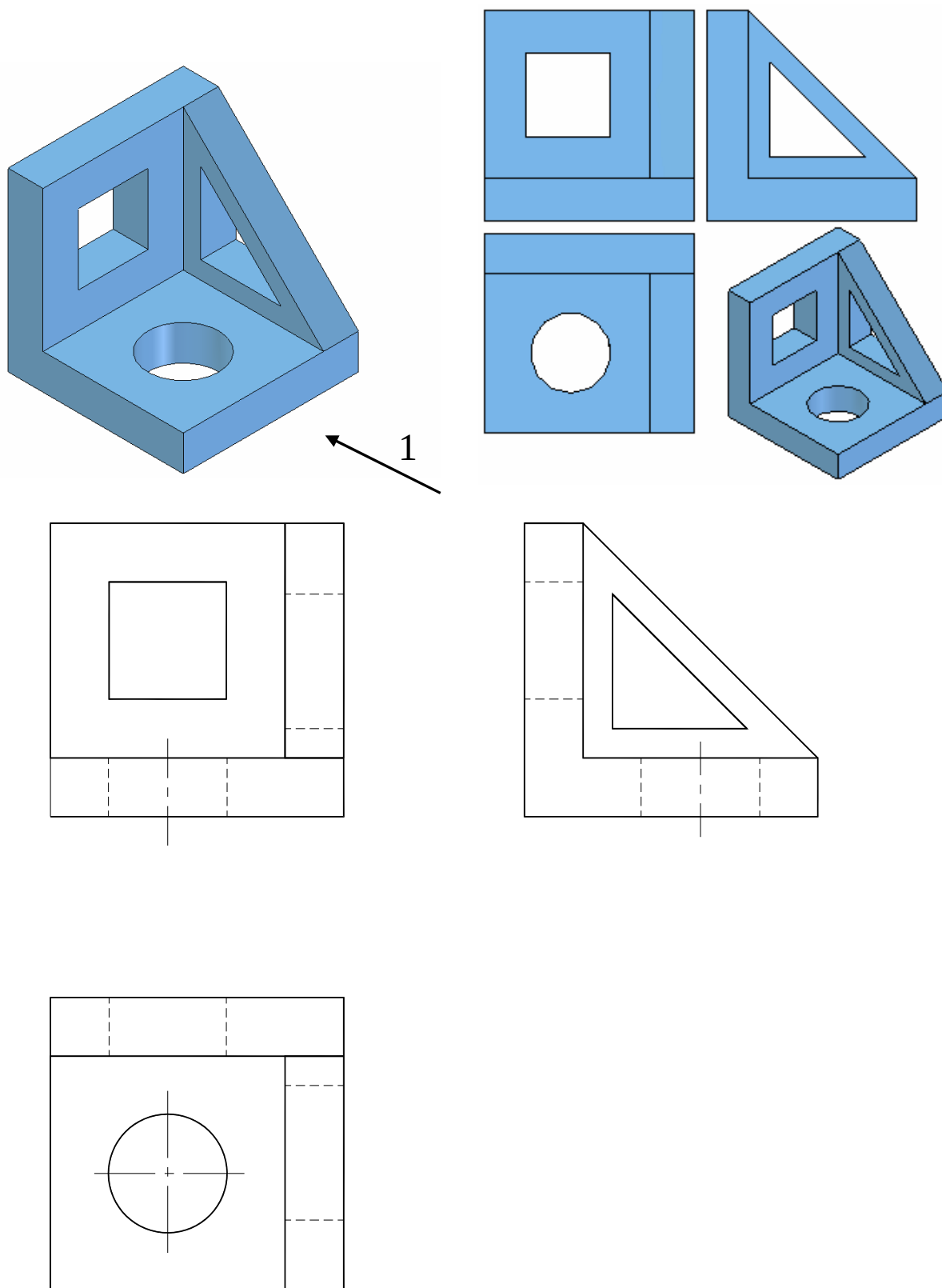
Exercițiul 4. Reprezentarea axonometrică și proiecțiile ortogonale ale piesei



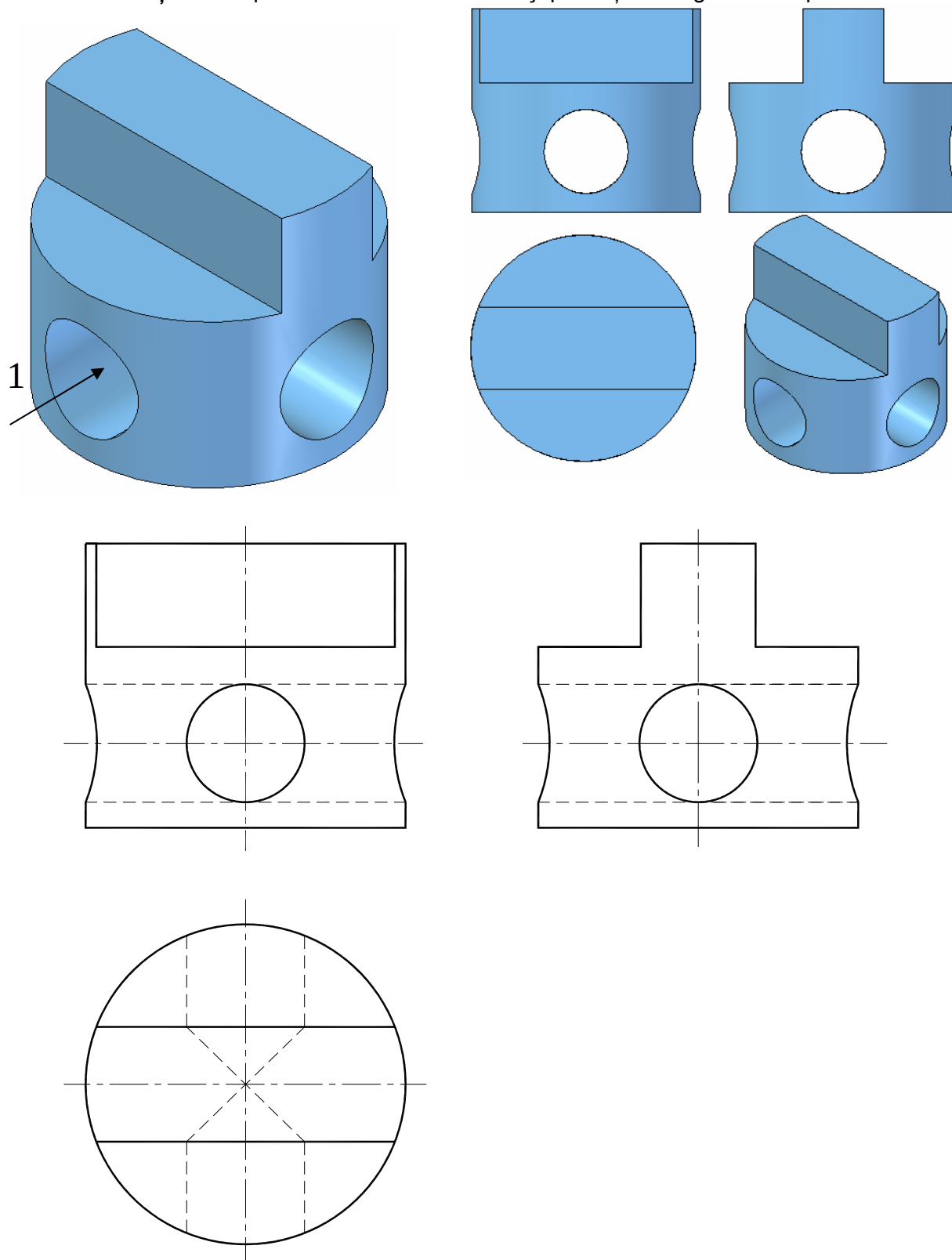
Exercițiul 5. Reprezentarea axonometrică și proiecțiile ortogonale ale piesei



Exercițiul 6 Reprezentarea axonometrică și proiecțiile ortogonale ale piesei



Exercițiul 7. Reprezentarea axonometrică și proiecțiile ortogonale ale piesei



5. REPREZENTAREA VEDERILOR, SECȚIUNILOR ȘI RUPTURILOR

La proiecțiile din desenul tehnic industrial se utilizează sistemul proiecției ortogonale, bazat pe principiile geometriei descriptive.

Determinarea grafică a obiectelor se realizează prin intermediul proiecțiilor - vederilor sau secțiunilor - care se aleg în funcție de gradul de complexitate al acestora. **Regulile** de reprezentare în desenul tehnic a vederilor, secțiunilor și rupturilor sunt stabilite prin STAS 105-76.

5.1 Reprezentarea vederilor

Vederea este reprezentarea în proiecție ortogonală pe un plan a unui obiect neseționat așa cum arată prin forma și detaliile lui. După direcția de proiecție vederile pot fi:

- *vederi obișnuite*, dacă vederea respectivă rezultă după una din direcțiile normale de proiecție, prevăzute prin STAS 614-76 (fig. 5.1);
- *vederi înclinate*, dacă vederea rezultă după alte direcții de proiecție decât cele amintite anterior. Vederile înclinate se reprezintă pe un plan paralel cu suprafața respectivă (fig. 5.2, a) sau pe un plan paralel cu unul din planele de proiecție (fig. 5.2, b). La vederile înclinate se indică întotdeauna direcția de proiecție, iar vederea se notează indiferent de poziția ce ocupă pe desen (fig. 5.2).

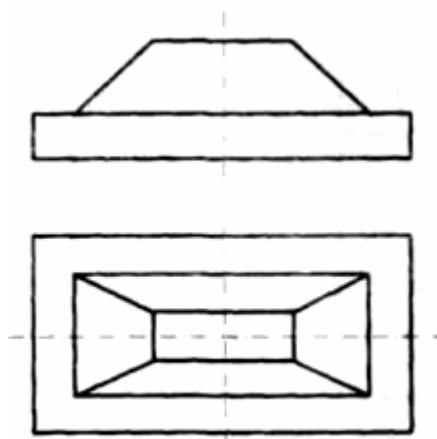


Fig. 5.1

Pentru ușurința identificării proiecțiilor, direcțiile de proiecție se indică prin săgeți, executate conform STAS, iar vederile se simbolizează cu litere majuscule a căror dimensiune nominală va fi de 1,5 ...2 ori mai mare ca dimensiunea nominală a scrierii pe desen. Dacă vederile sunt așezate în corespondență față de proiecția principală a obiectului conform STAS 614-76, nu se notează.

În cazul în care nu se respectă dispunerea normală a proiecțiilor, sau vederile sunt executate în raport cu altă proiecție decât proiecția principală, sau pe altă planșă, indicarea direcției de proiecție precum și simbolizarea și notarea vederii devin obligatorii.

La reprezentările în vedere, liniile de contur și muchiile reale de intersecție ale suprafețelor se trasează cu linie continuă groasă.

intersecția dintre două suprafețe racordate printr-o rotunjire poartă denumirea de *muchie fictivă*. Muchia fictivă se reprezintă în cazurile în care contribuie la mărirea clarității desenului și se trasează cu linie continuă subțire, care să nu intersecteze linii de contur, muchii reale sau alte muchii (fig. 5.3). Muchiile și contururile acoperite se reprezintă cu linie întreruptă subțire, în cazul în care reprezentarea acestora este necesară pentru înțelegerea formei obiectului (fig. 5.4).

5.2 Reprezentarea secțiunilor

Prin secțiune se înțelege reprezentarea în proiecție ortogonală pe un plan a obiectului, după intersecția acestuia cu o suprafață fictivă de secționare și îndepărtarea imaginărilor a părții obiectului, aflată între ochiul observatorului și suprafața de secționare.

Suprafața de secționare este acea suprafață cu ajutorul căreia se taie imaginar piesa sau obiectul în locul în care este nevoie să se evidențieze configurația interioară a acestuia.

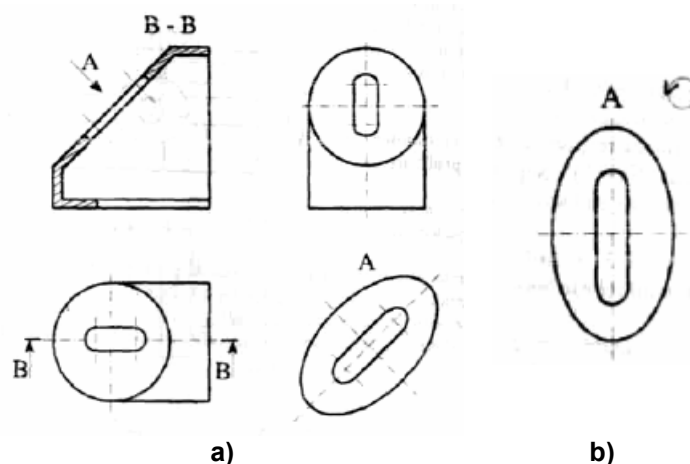


Fig.5.2

Suprafața de secționare poate fi formată din una sau mai multe suprafețe plane sau dintr-o suprafață cilindrică.

Urma suprafeței de secționare pe planul de proiecție poartă denumirea de traseu de secționare. Traseul de secționare se reprezintă cu linie punct subțire, având la capetele traseului și în locurile de schimbare a acestuia, segmente de dreaptă trasate cu linie continuă groasă și care să nu intersecteze liniile de contur. Segmentul de capăt va depăși vârful săgeții cu 2...3 mm.

Traseele de secționare se notează cu litere majuscule înscrise paralel cu baza formatului deasupra, respectiv lângă linia săgeții, având dimensiunea nominală de 1,5

.. 2 ori mai mare decât a dimensiunii nominale a scrierii de pe același desen. Deasupra reprezentării secțiunii rezultate se vor scrie literele de la capetele traseului de secționare (fig.5.4). În cazul în care prin mai multe trasee de secționare rezultă secțiuni de formă identică, aceste trasee se notează cu aceeași literă, iar secțiunea respectivă se reprezintă o singură dată (fig.5.5). Suprafețele rezultate din secționare se hașurează.

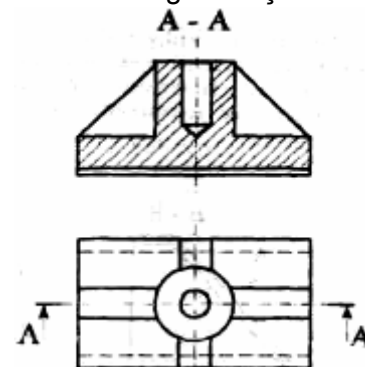


Fig.5.4

5.3 Clasificarea secțiunilor în desenul tehnic industrial (profil mecanic)

După modul de reprezentare, secțiunile se clasifică în secțiuni cu vedere și secțiuni propriu-zise.

Secțiunea propriu-zisă, este reprezentarea pe planul de proiecție a figurii rezultate din intersecția obiectului cu suprafața de secționare (fig.5.4, fig.5.5, fig.5.6).

Secțiunea cu vedere, este reprezentarea ortogonală atât a secțiunii propriu-zise, cât și a celorlalte elemente văzute, aflate în spatele respectivei suprafețe de secționare (Fig.5.4, fig.5.5)



Fig.5.5

Linile de contur vizibile, aflate în spatele suprafeței de secționare, pot să nu fie reprezentate dacă prin eliminarea lor desenul câștigă în claritate fără a fi afectată precizia acestuia.

Cele două tipuri de secțiuni se diferențiază pe desen nu prin modul lor de notare ci numai prin conținutul

reprezentării.

Secțiunile propriu-zise se clasifică astfel:

- secțiune obișnuită (fig.5.6, fig. 5.7);
- secțiune suprapusă (fig.5.8);
- secțiune deplasată (fig.5.9);
- secțiune intercalată (fig.5.10)

Secțiunile cu vedere, sunt folosite pentru a reprezenta formele golurilor interioare în piese simple

sau complexe, iar conform STAS 105-76 se clasifică:

- după poziția suprafeței de secționare în: *secțiune orizontală* (fig.5.11); *secțiune înclinată* (fig.5.13); *secțiune longitudinală* (fig.5.12); *secțiune transversală* (fig.5.11).
- după forma suprafeței de secționare: *secțiune plană* (Fig.5.6...5.7, Fig.5.11...5.12); *secțiune frântă* (fig.5.14); *secțiune în trepte* (fig.5.15); *secțiune cilindrică* (fig.5.16).
- după proporția în care se face secționarea: secțiuni complete (fig.5.11. .5.12); secțiune parțială (fig. 5.16).

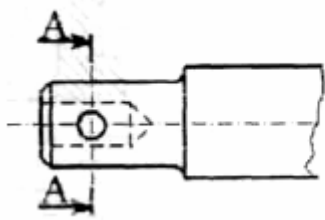


Fig.5.6



Fig.5.7

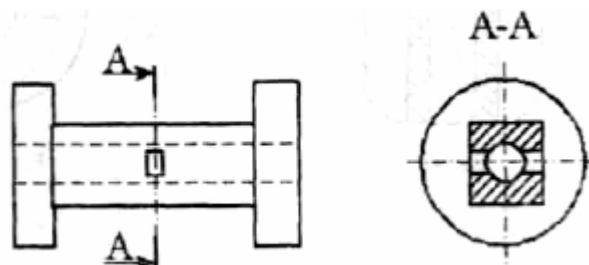


Fig.5.9

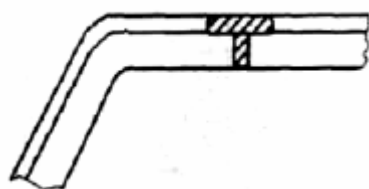


Fig.5.8

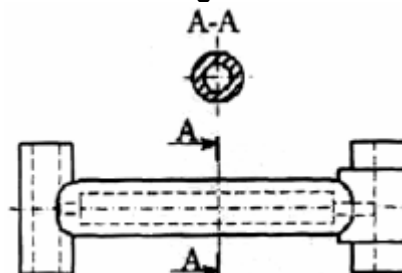


Fig.5.10

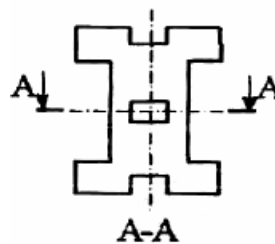


Fig.5.11

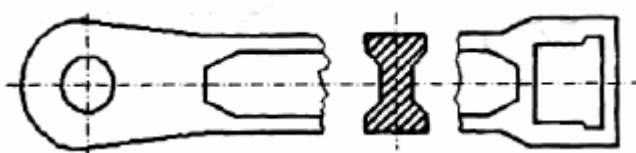


Fig.5.12

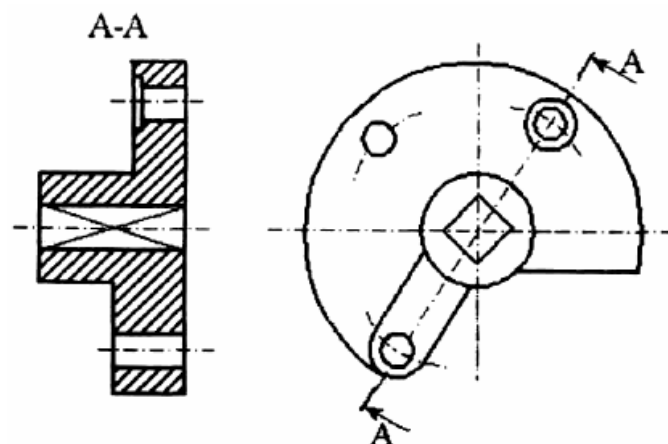


Fig.5.13

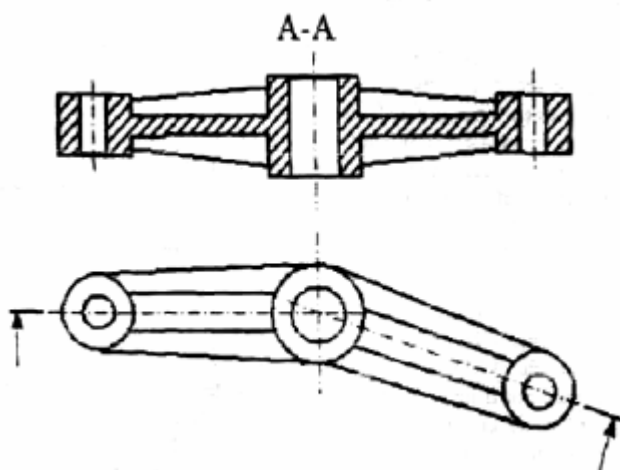


Fig.5.14

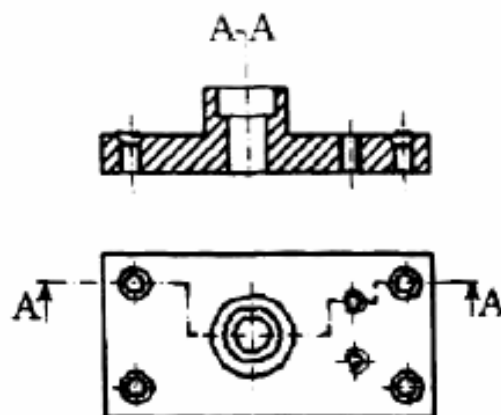


Fig.5.15

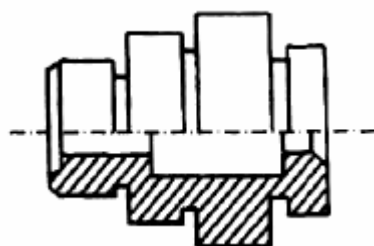


Fig.5.16

5.4 Clasificarea secțiunilor în desenul tehnic de construcții

În conformitate cu STAS 1434-75, în desenul tehnic de construcții se utilizează două moduri de reprezentare a secțiunilor:

- secțiuni propriu-zise, în care desenul cuprinde numai ce se găsește în planul de secționare (fig.5.17);

- secțiuni cu vedere, în care desenul reprezintă și vederea elementelor ce se găsesc în spatele planului de secționare (fig. 5.18).

Ambele tipuri de secțiuni pot fi clasificate astfel:

- secțiuni rectilinii (traseul de secționare este drept);

- secțiuni decalate, efectuate după un traseu de secționare compus dintr-o serie de segmente paralele, decalate între ele, urma planului de decalare fiind perpendiculară pe aceste segmente (fig. 5.19).

După poziția planului de secționare față de planul de proiecție orizontală, secțiunile se clasifică în:

- secțiuni orizontale (fig. 5.20);

- secțiuni verticale (fig. 5.21 - 5.22)

- secțiuni înclinate (fig. 5.23),

Secțiunile verticale pot fi longitudinale (fig. 5.22) și transversale (fig.5.21), după cum planul de secționare este paralel cu lungimea corpului (construcție) sau perpendicular pe aceasta

În desenul tehnic de construcții, secțiunile se execută fie paralel cu planșeul, când se numesc planuri, fie paralel cu fațadele, când se numesc secțiuni (longitudinale când suprafața de secționare este paralelă cu fațada principală și transversale dacă suprafața de secționare este paralelă cu fațada laterală. Cu alte cuvinte, planurile sunt secțiuni orizontale care se execută prin golurile principale de zidărie (uși, ferestre) ale fiecărui nivel, purtând denumirea acestuia, planul subsolului (fundatiei), parterului, etajului I etc. Aceste secțiuni sunt privite de sus, ca urmare, pe desen apar toate elementele de la nivelul secțiunii în jos (secțiuni cu vedere).

Elementele de construcție care sunt simetrice se pot reprezenta secționat până la axa de simetrie (jumătate vedere și jumătate secțiune, fig. 5.24).

În cazul unor construcții (clădiri) reprezentarea se poate realiza prin secțiune transversală (fig. 5.25, b), perpendiculară pe dimensiunea mai mare, sau longitudinală (fig. 5.25, c), paralelă cu dimensiunea mai mare.

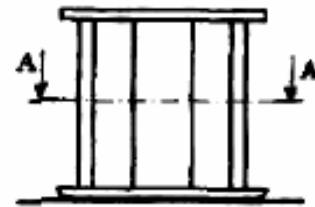


Fig.5.17

A - A



Fig.5.18



A - A



Fig.5.20

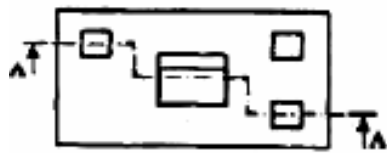


Fig.5.21

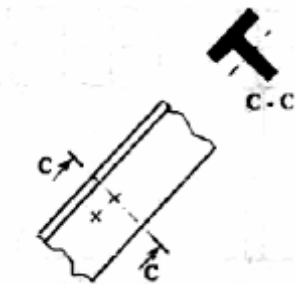


Fig.5.21

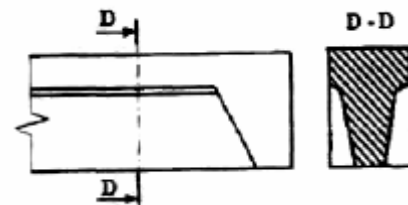


Fig.5.22

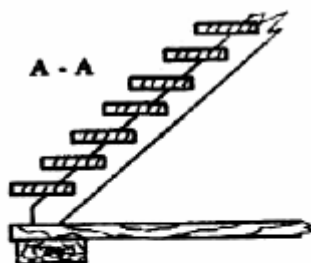


Fig.5.23

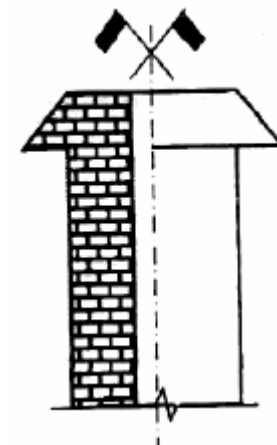


Fig.5.24

5.5 Reprezentarea rupturilor și hașurilor

a) Ruptura este reprezentarea pe un plan a obiectului în proiecție ortogonală, după îndepărtarea unei părți din acesta, separând această parte de restul obiectului printr-o suprafață neregulată, denumită suprafață de ruptură.

Rupturile se folosesc în cazul reprezentării pe desen a pieselor lungi, de secțiune constantă sau uniform variabilă, care ar conduce la utilizarea nerațională a spațiului ocupat de reprezentare și la irosirea timpului de lucru. De asemenea, rupturile prezintă, în cazul secțiunilor parțiale, avantajul reprezentării unor părți ale obiectului acoperite de partea îndepărtată imaginar.

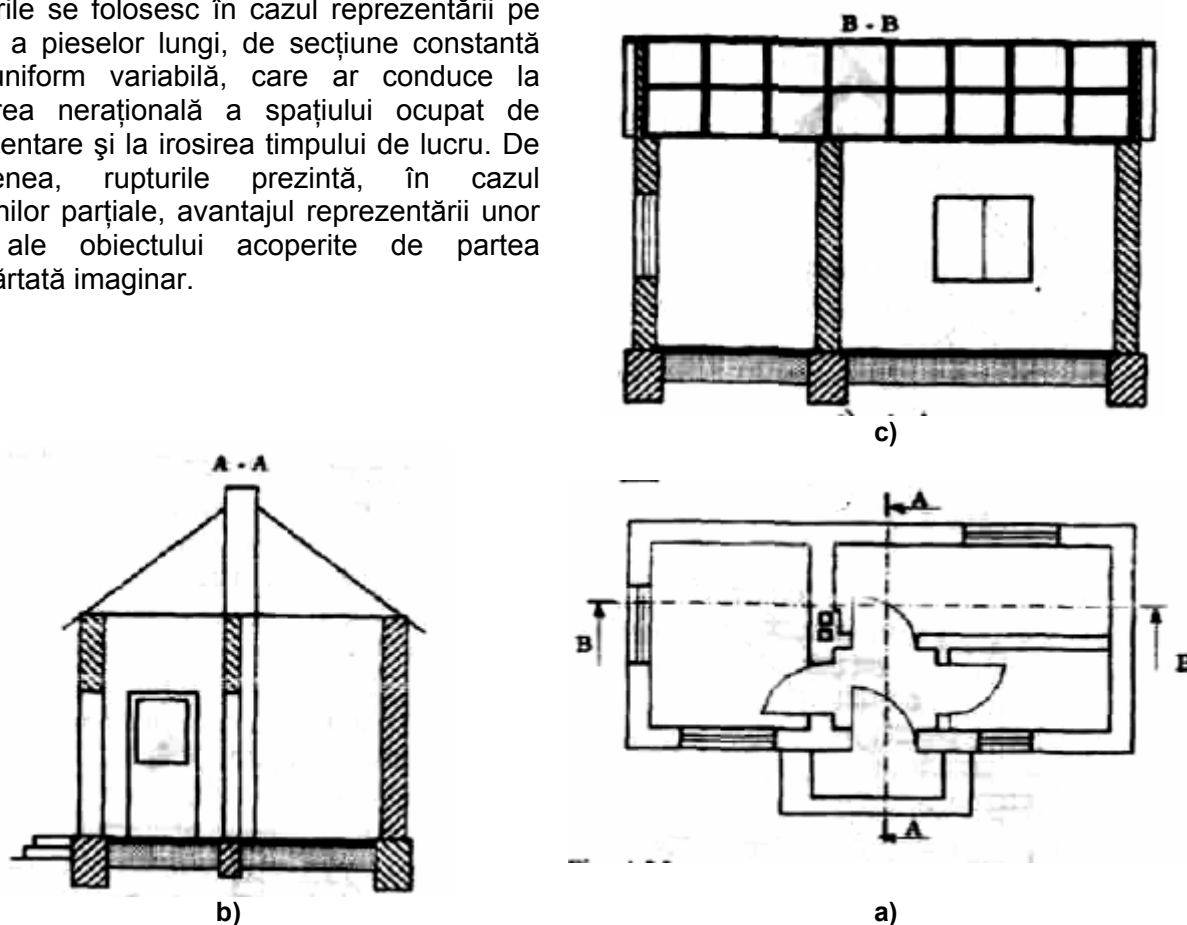


Fig. 5.25

Urma suprafeței de ruptură pe planul de proiecție se numește linie de ruptură. Rupturile se trasează cu următoarele linii:

- linie punct subțire dacă sunt evidențiate mai multe elemente din același material sau materiale diferite; în cazul elementelor întrerupte, indiferent de material, ruptura se indică prin două linii punct (fig. 5.27, a);
- linie continuă ondulantă subțire, în cazul obiectelor metalice (fig. 5.26; fig. 5.27, b);
- linie continuă subțire în formă de buclă în cazul barelor de lemn rotunde (fig. 5.28);
- linie continuă subțire în zigzag, la obiectele din lemn ecarisat (fig. 5.29). Dacă ruptura trece prin suprafețe mari, conturul acestora se reprezintă cu o linie continuă subțire întreruptă, din loc în loc de zigzaguri mici (fig. 5.30), iar în cazul a două elemente suprapuse din același material, liniile de ruptură se execută decalate (fig. 5.31).

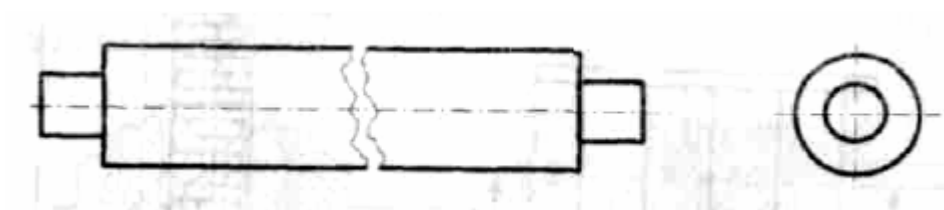


Fig. 5.26

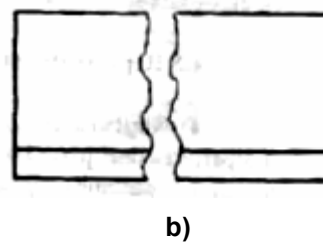
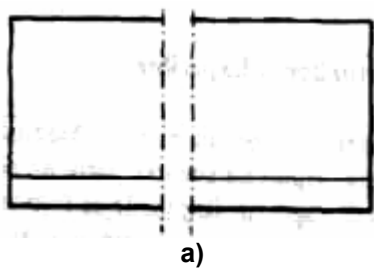


Fig. 5.27

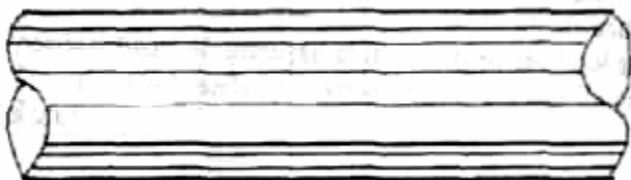


Fig. 5.28



Fig. 5.29

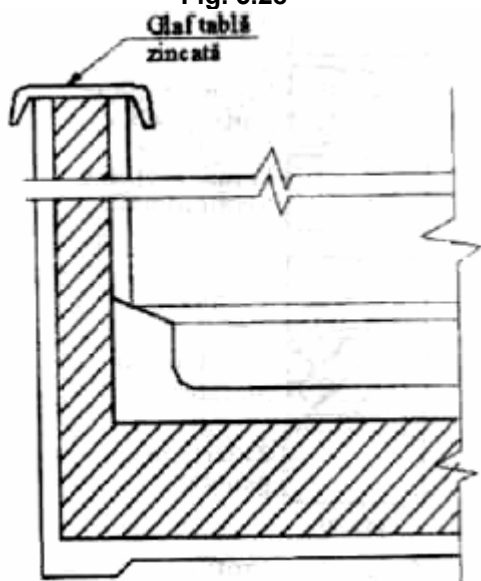


Fig. 5.30

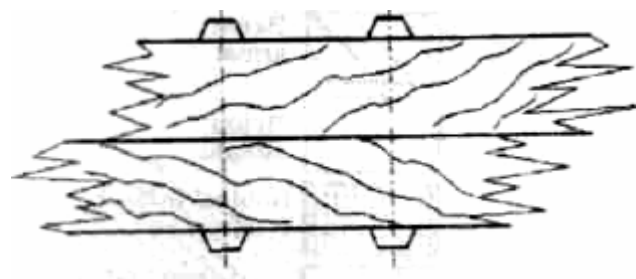


Fig. 5.31

Nu se admite ca linia de ruptură să coincidă cu o muchie sau o linie de contur și nici să se traseze în continuarea acestora.

b) Hașurile, au rolul de a scoate în evidență secțiunile efectuate în piese sau obiecte, reprezentate separat sau în ansamblu și sunt stabilite de STAS -1434-83. Hașurarea secțiunilor diferă în funcție de natura materialului din care este executat obiectul, iar denumirea materialului se înscrie în indicatorul desenului.

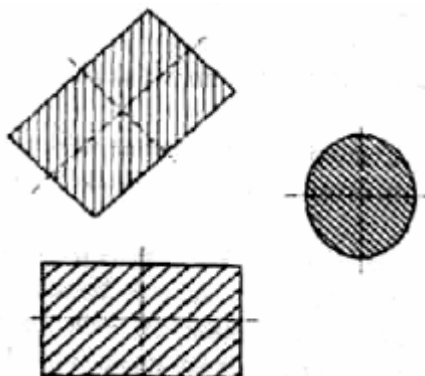


Fig. 5.32

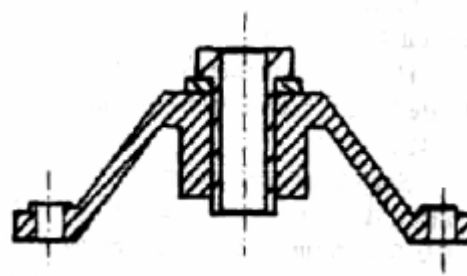
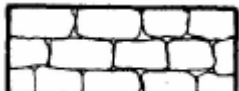
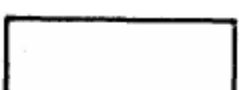
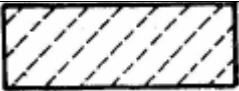
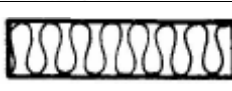
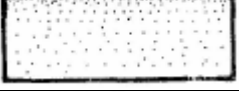
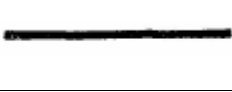
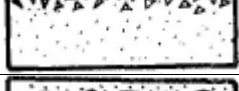
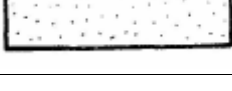
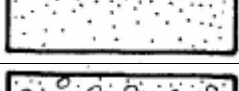
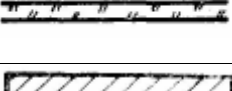
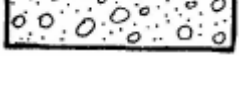
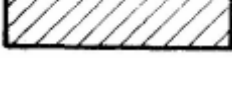


Fig. 5.33

Modul de hașurare și notare grafică convențională ale diferitelor materiale este prezentat în tabelul 5.1 conform STAS 1434-83.

Hașurarea secțiunilor în piese metalice se execută cu linii continue subțiri echidistante, înclinate la 45°, într-un sens sau altul față de axa de simetrie sau de o linie de contur a secțiunii (fig.5.32).

Reprezentarea convențională a materialelor în secțiuni

Materialul	Reprezentare	Materialul	Reprezentare
Pământ Stâncă		Beton armat monolit la scara $\geq 1 : 50$ Beton armat la scara $\leq 1 : 50$	 
Lichide		Beton armat prefabricat la scara $> 1 : 50$	
Umplutură		Metal : profile și bare rotunde	
Piatră naturală		Lemn în secțiune longitudinală	
Zidărie în general		Lemn în secțiune transversală	
Zidărie de dărâmat		Izolație termică, fonică etc. (cu explicații)	
Tencuială		Izolație hidrofugă	
Mozaic		Azbociment, produse de ipsos	
Rășină		Geam	
Beton simplu		Indiferent de material, pentru dimensiuni mici ale câmpului, hașurare uniformă	

Secțiunile aceleiași piese reprezentate pe aceeași planșă se hașurează identic, atât ca distanță cât și ca orientare a liniilor de hașură. Distanța dintre liniile de hașură se alege între limitele 0,5...6 mm, atât în funcție de mărimea suprafeței de hașurat, cât și de posibilitatea de a hașura distinct secțiunile pieselor învecinate în cazul desenului de ansamblu (fig.5.33).

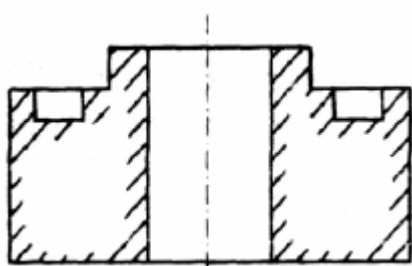


Fig. 5.34



Fig. 5.35

În cazul secțiunilor a căror suprafață pe desen este mare, hașurarea se admite a se limita numai la o fâșie în lungul conturului (fig.5.34). Dacă din secționare rezultă suprafețe a căror lățime pe

desen nu depășește 2 mm acestea se vor înnegri complet, iar în cazul a două secțiuni înnegrite, în contact, între acestea se va lăsa un spațiu liber numit lumină (fig.5.35).

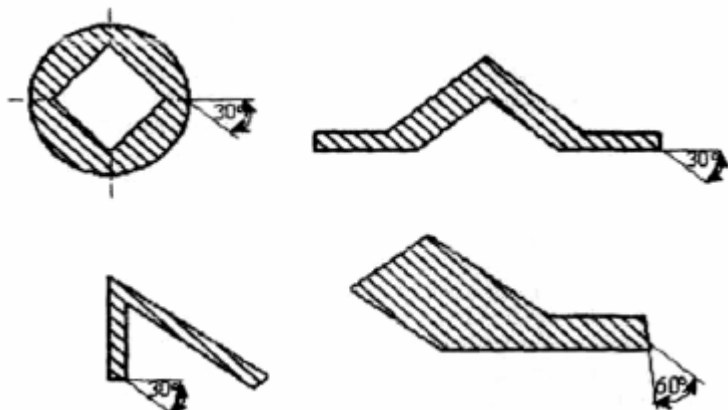


Fig. 5.36

În cazul în care o parte importantă din linia de contur este înclinată la 45° față de linia de contur sau față de axa față de care se face hașurarea, hașurile se pot trasa înclinate la 30° sau 60° față de axa sau linia de contur considerată (fig.5.36).

La secțiunile în trepte, liniile de hașură, în zona de schimbare a planului de secționare, se recomandă a se reprezenta decalate între ele.

Hașurile se întrerup lăsându-se loc liber pe o suprafață hașurată, în cazul înscrierii unei cote sau a unei inscripții care nu a putut fi așezată în

afara acelei suprafețe (fig.5.37).

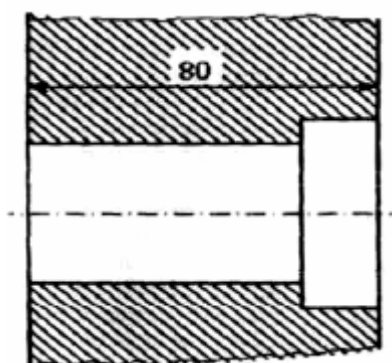


Fig. 5.37

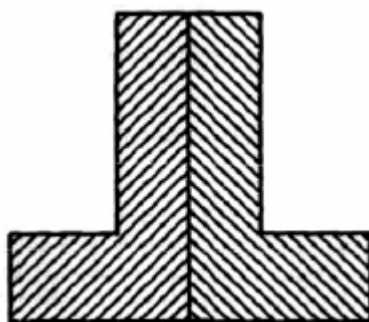


Fig. 5.38

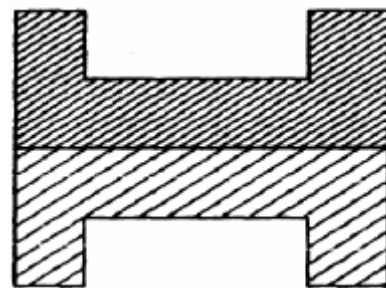


Fig. 5.39

Secțiunile prin două obiecte alăturate se hașurează cu linii orientate diferite (fig. 5.38). Dacă obiectele alăturate sunt din același material dar de compactități diferite, se schimbă densitatea liniilor de hașură (fig. 5.39).

5.6. Întocmirea desenului de relevu

După modul de concepere și realizare, desenul unui obiect sau obiectiv, al unui subansamblu sau ansamblu poate fi:

- *desenul de proiect sau documentația tehnică*, ce exprimă transpunerea grafică, în proiecție ortogonală, a concepției proiectantului, cercetătorului, datele necesare executării desenului rezultate din calcule sau experimentări
- *desenul de relevu* care reprezintă transpunerea grafică, în proiecție ortogonală, după model, prin reproiectare.

În ambele cazuri, se începe cu un desen executat cu mâna liberă, în creion, pe orice fel de hârtie, de un format corespunzător unei reprezentări cât mai clare și complete. Acest desen poartă denumirea generală de *schită*, poate fi făcut la o scară mărită sau micșorată, într-o aproximație vizuală și servește la întocmirea desenelor de studiu și execuție. În unele cazuri schița poate fi utilizată și ca desen de execuție, dacă este completată cu datele necesare referitoare la dimensiuni, starea suprafețelor și abateri de formă și poziție a suprafețelor.

Necesitatea alcătuirii schiței, după model, rezultă și din situațiile următoare:

- nu întotdeauna piesele, obiectele sau obiectivele care urmează a fi reproiectate pot fi demontate, transportate și desenate în atelierele de proiectare;
- prin alcătuirea mai întâi a schiței și apoi a desenului de execuție se înlătură eventualele greșeli de reprezentare, realizându-se economie de timp și materiale.

Realizarea schiței unui obiect sau obiectiv comportă două etape principale:

- etapa de observații și de studiu asupra piesei sau obiectului ce urmează a fi desenat;
- etapa de realizare grafică a schiței.

5.7. Desenul la scară (desenul de execuție)

Desenul la scară cuprinde forma și elementele dimensionale reale ale obiectului necesare la execuția lui. Desenul la scară se realizează cu instrumente sau utilizând un pachet de programe de grafică asistată pe calculator, ținându-se seama de o anumită scară

Scara unui desen este raportul unui element măsurat pe desen și dimensiunea reală a elementului reprezentat.

- Alegerea scării desenului se face în funcție de mărimea și complexitatea piesei, astfel încât reprezentarea să fie cât mai clară.
- Determinarea mărimii formatului se face în funcție de scara de reprezentare aleasă, de numărul de proiecții în care se reprezintă piesa și de spațiul necesar coterii, de spațiul liber între proiecții
- Reprezentarea și cotarea piesei necesită parcurgerea următoarelor etape: dispunerea pe format a dreptunghiurilor minime de încadrarea a proiecțiilor, trasarea axelor de simetrie,, trasarea conturilor exterioare și interioare cu linie subțire, înscrierea cotelor și a toleranțelor, hașurarea secțiunilor, îngroșarea muchiilor vizibile, notarea rugozității suprafețelor, a abaterilor de formă și poziție, notarea traseelor de secționare
- Înscrierea pe desen a notelor, observațiilor, completarea indicatorului etc.
- Verificarea desenului prin compararea cu schița, verificarea respectării normelor de reprezentare, cotare și notare pe desen

6 COTAREA ÎN DESENUL INDUSTRIAL ȘI DE CONSTRUCȚII

6.1.Considerații generale privind cotarea

Cotarea este operația de înscriere pe desen a dimensiunilor necesare fabricării (realizării) și controlul obiectului respectiv.

Regulile de execuție grafică a elementelor cotatei folosite în desenul industrial, respectiv forma, dimensiunile și dispunerea acestora, precum și clasificarea cotelor sunt cuprinse în STAS 9773-82.

Regulile de cotare a anumitor organe de mașini, a unor construcții, precum și cele referitoare la unele cotate în cazul reprezentărilor convenționale, sunt stabilite prin standardele referitoare la acestea.

Dimensiunile se trec fie direct pe model (desenul de relevu) numite și *dimensiuni efective*, fie prin calcule numite și *dimensiuni nominale*.

Dimensiunile efective se determină cu: *rigla gradată, echerul cu talpă, echerul obișnuit, șublerul, compasurile de interior și de exterior, compasul dublu, raportorul, spionul* etc.

Măsurarea directă pe desen nu poate servi drept bază pentru determinarea dimensiunilor necotate ale elementelor ce urmează a fi executate.

Clasificarea cotelor

În funcție de rolul pe care îl au în definirea obiectului, cotele pot fi:

- cote funcționale;
- cote nefuncționale;
- cote auxiliare.

Cota funcțională se referă la o dimensiune esențială pentru funcționarea obiectului respectiv, ea putând fi:

- dimensiunea unui element funcțional al obiectului, adică al unui element care are rolul fundamental în asigurarea calității funcționale a obiectului;
- dimensiunea care determină poziția unui element funcțional.

Cotele funcționale se înscriu direct pe desen, nefiind admis ca ele să fie obținute prin deducerea din alte cote.

Cota nefuncțională se referă la o dimensiune care nu este esențială pentru funcționarea obiectului respectiv, dar care este indispensabilă pentru determinarea formei lui, fiind necesară pentru execuția obiectului.

Cota auxiliară se referă la o dimensiune indicată informativ, în scopul de a prezenta date utile și de a evita calculele. Cota auxiliară nu este necesară pentru definirea formei și a dimensiunilor obiectului, care sunt complet determinate prin cotele funcționale și nefuncționale. Cotele auxiliare se înscriu între paranteze și fără toleranțe.

După criteriul geometrico-constructiv, cotele pot fi:

- cotă de poziție, dacă se referă la o dimensiune necesară pentru determinarea poziției reciproce a formelor geometrice care compun forma principală a obiectului;
- cotă de deformă, dacă se referă la o dimensiune prin care se stabilește forma geometrică a obiectului;
- cotă de gabarit, dacă se referă la o dimensiune maximă a obiectului.

De regulă, cotele de poziție sunt cote funcționale. Cotele de formă pot fi, după caz, cote funcționale sau cote nefuncționale.

După criteriul tehnologic, cotele pot fi:

- cotă de trasare, dacă se referă la o dimensiune ce trebuie determinată geometric prin trasare, în vederea execuției,
- cotă de prelucrare, dacă se referă la o dimensiune limitată de o suprafață de referință;
- cotă de control, dacă se referă la o dimensiune limitată de o suprafață de referință și de un reper al instrumentului de verificare.

6.2.Elementele cotatei

Elementele cotatei sunt: *linia de cotă, liniile ajutătoare, linia de indicație și cota* (fig. 5.1).

Linia de cotă, se trasează cu linie continuă subțire, deasupra ei se înscrie cota, și este prevăzută la una sau la ambele extremități, cu săgeți sau combinații de săgeți și puncte. Fiecare dimensiune are o linie de cotă corespunzătoare.

Săgețile care delimitează extremitățile elementului cotat trebuie să aibă unghiul la vârf de aproximativ 15° și lungimea 1 de 6 . 8 ori mai mare decât grosimea liniilor groase utilizate pe desenul

respectiv, dar nu mai mică de 2 mm (fig. 5.2). Săgețile trebuie să se sprijine pe liniile ajutatoare (fig. 5.3), pe liniile de contur (fig. 5.4), sau pe liniile de axe (fig. 5.5).

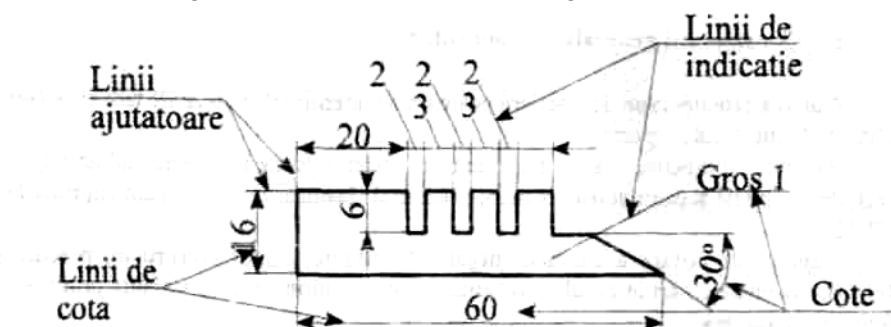


Fig. 5.1

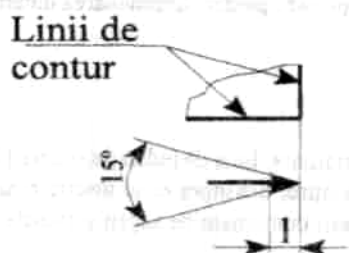


Fig. 5.2

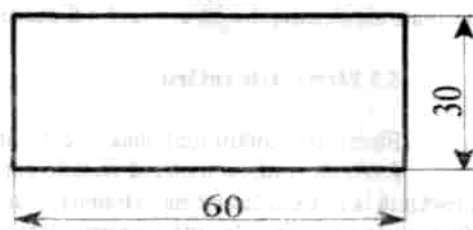


Fig. 5.3

În cazul în care spațiul între extremitățile liniei de cotă este prea mic și nu permite amplasarea săgeților, acestea se execută în afara spațiului respectiv (fig. 5.1 și 5.7).

Dacă liniile de cotă se repetă sub forma unui șir, care nu permite amplasarea săgeților, delimitarea liniilor de cotă se face prin puncte îngroșate, în care caz extremitățile șirului vor fi prevăzute cu săgeți orientate înspre punct (fig. 5.1 și 5.7).

Liniile de cotă se prevăd cu săgeți pentru delimitarea acestora numai la una din extremități, în următoarele cazuri:

- la cotarea razelor de curbă (fig. 5.8),

- la cotarea diametrelor când circumferința nu este reprezentată complet pe proiecția respectivă (fig. 5.9);

- la cotarea elementelor simetrice (fig. 5.10);

- la cotarea mai multor dimensiuni față de o linie de referință (fig. 5.11).

La cotarea elementelor simetrice, reprezentate prin vederi și secțiuni combinate sau prin jumătăți de proiecții (fig. 5.10), liniile de cotă referitoare la elementele reprezentate pe una din părți se trasează întrerupt, depășind cu 5... 10 mm axa de simetrie. Același procedeu poate fi folosit și pentru cotarea, pe proiecții complete, a mai multor elemente simetrice paralele și succesive (fig. 5.12). Nu se admite ca

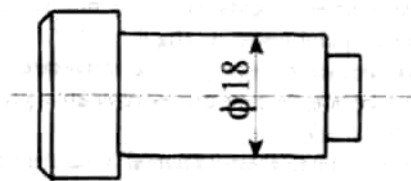


Fig. 5.4

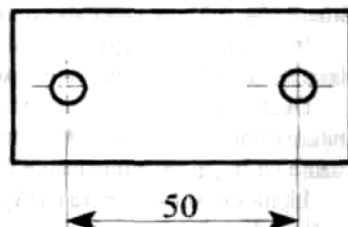


Fig. 5.5

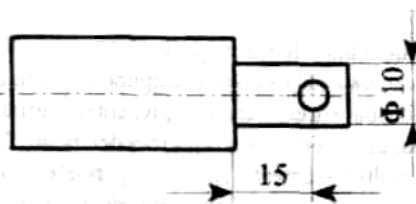


Fig. 5.6

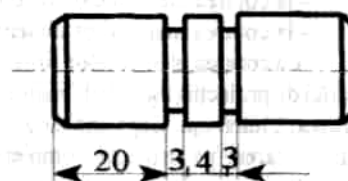


Fig. 5.7



Fig. 5.8

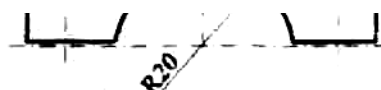


Fig. 5.9

săgețile să fie intersectate de linii ale reprezentării, cu excepția liniilor de hașurare a secțiunilor.

În cazul în care nu se poate evita intersectarea săgeților cu linia de contur, aceasta din urmă se întrerupe (fig.5.13).

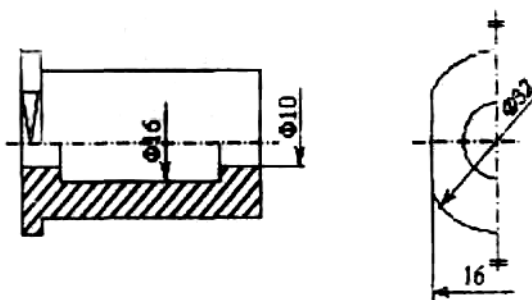


Fig. 5.10

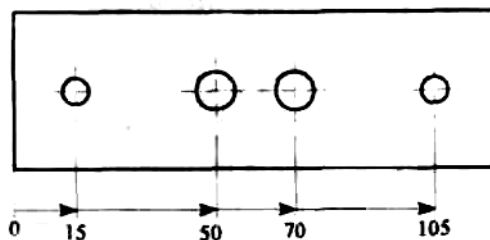


Fig. 5.11

La cotarea dimensiunilor liniare, linia de cotă se execută dreaptă, paralelă cu elementul la a cărui dimensiune se referă (fig. 5.14), cu excepția cotării:

- lungimii arcelor de cerc (fig. 5.15);
- diametrelor pe circumferință (fig. 5.16);
- razelor de curbă (fig. 5.8).

Linia de cotă pentru cotarea arcelor de cerc sau a elementelor cu alte curburi se trasează echidistanțată de curba elementului sau prin translatarea acesteia, iar liniile ajutătoare sunt normale la curbă sau paralele între ele. Liniile de cotă pentru cotarea unghiurilor sunt circulare cu centrul în vârful unghiului și delimitate de laturile acestuia sau de prelungirea lor cu linii ajutătoare.

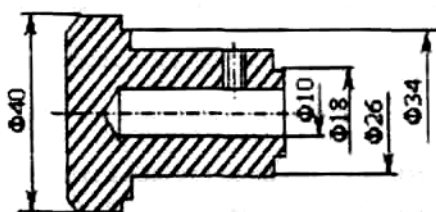


Fig. 5.12

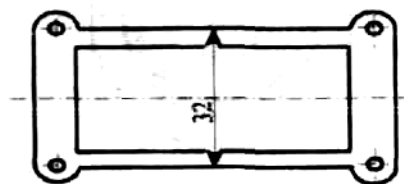


Fig. 5.13

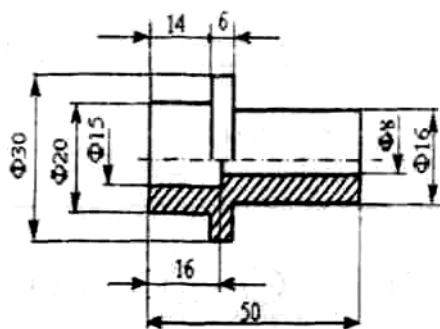


Fig. 5.14

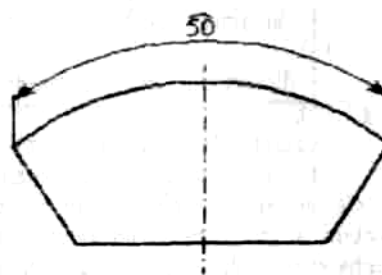


Fig. 5.15

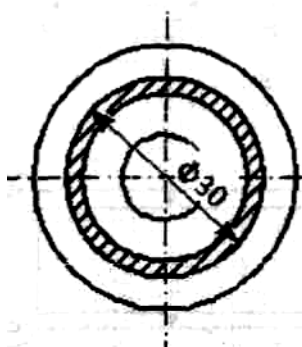


Fig. 5.16

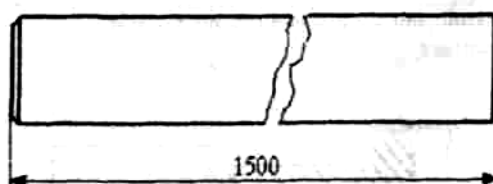


Fig. 5.17

În cazul pieselor lungi, reprezentate întrerupt, linia de cotă aferentă se trasează complet între liniile ajutătoare (fig. 5.17).

Liniile de contur, de axă, ajutătoare și prelungirile acestora nu pot fi utilizate ca linii de cotă, cu excepția cotelii profilurilor curbe prin coordonate rectangulare (fig. 5.18).

Dacă este necesar, linia de cotă poate avea un braț mai lung pentru înscrierea cotelor (fig. 5.19) sau pentru notarea unor înscrisuri mai lungi.

Distanța între două linii de cotă paralele și succesive, precum și distanța între linia de cotă și linia de contur, paralelă cu aceasta trebuie să fie de minimum 7 mm.

Se va evita pe cât posibil încrucișarea liniilor de cotă între ele sau cu liniile ajutătoare, motiv pentru care se recomandă dispunerea liniilor de cotă în afara conturului obiectului reprezentat, în ordinea crescătoare a cotelor (fig. 5.14).

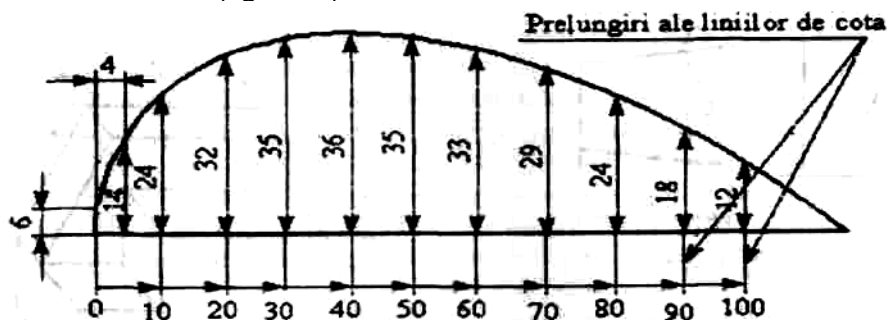


Fig. 5.18

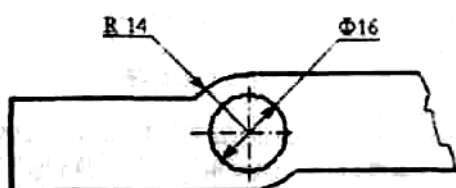


Fig. 5.19

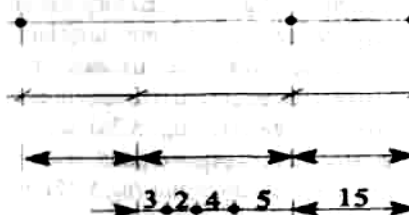
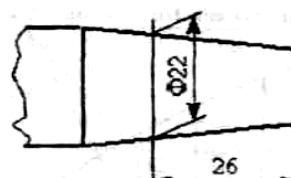


Fig. 5.20

Delimitarea dimensiunii cotate se indică pe linia de cotă prin puncte, linii scurte la 45° sau săgeți desenate la intersecția acestora cu linia ajutătoare.



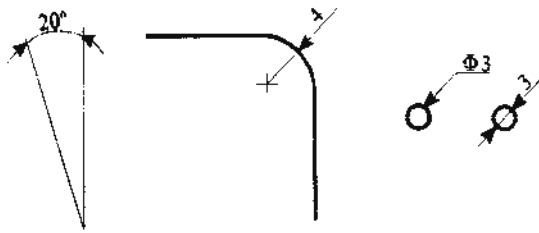


Fig. 5.21

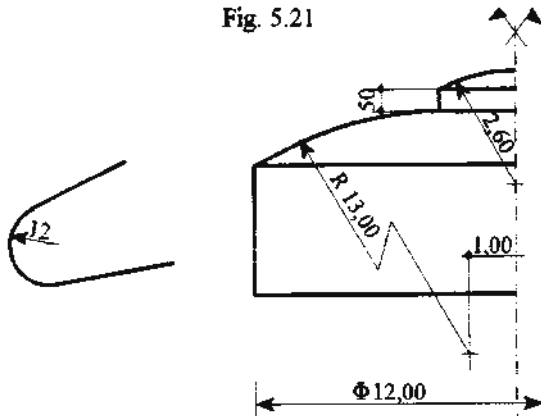


Fig. 5.22

Pe un desen se va folosi un singur mod de delimitare a liniilor de cotă. Excepțional, în cazul liniilor de cotă terminate cu săgeți se pot folosi și puncte intermediare pentru delimitarea intervalelor mici (fig. 5.20). Liniile de cotă ale unghiurilor, razelor și diametrelor se delimitează numai cu săgeți. Dacă în reprezentare, aceste linii de cotă sunt mai mici de 6 mm, săgețile se indică dinspre exterior sau se utilizează o linie de referință (fig. 5.21).

Centrele arcelor de cerc se indică printr-un cerculeț sau printr-o cruciuliță, dacă nu sunt determinate de intersecția a două axe. Când centrul nu poate fi reprezentat în cadrul desenului, dar indicarea lui este necesară, linia de cotă a razei se trasează în direcția centrului și se procedează ca în fig. 5.22.

Liniile ajutătoare, se trasează cu linie continuă subțire, în general perpendiculare pe liniile de cotă, astfel încât să depășească liniile de cotă, respectiv vârful săgeții, cu 2.3 mm. Liniile de contur sau axele pot fi folosite ca linii ajutătoare. Liniile ajutătoare se folosesc pentru delimitarea porțiunilor cotate, în cazurile când linia de cotă nu taie conturul elementului.

Dacă este necesar, pentru claritatea coterii, se admite în mod excepțional ca liniile ajutătoare să fie trasate înclinat, la aproximativ 45° sau 60° față de linia de cotă, însă paralele între ele (fig. 5.23). La coteria reprezentărilor axonometrice, liniile ajutătoare se trasează paralele între ele, urmând direcțiile

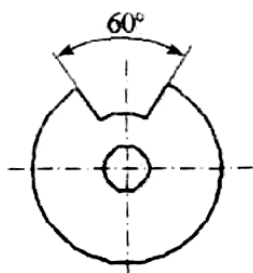


Fig. 5.25

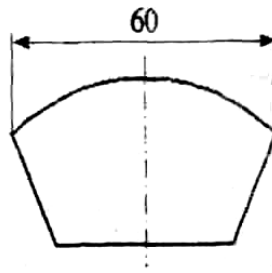


Fig. 5.26

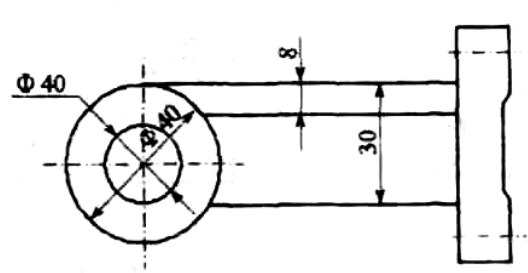


Fig. 5.27

muchii elementului reprezentat (fig. 5.24)

Liniile ajutătoare se trasează radial, în cazul coterii dimensiunilor unghiulare (fig. 5.25) sau lungimii arcelor de cerc ce corespund unor unghiuri obtuze. Liniile ajutătoare se trasează paralel cu bisectoarea unghiului respectiv în cazul coterii coardelor de cerc (fig. 5.26) sau a lungimii arcelor de cerc ce corespund unor unghiuri mai mici sau egale cu 90°. Ca linii ajutătoare pot fi folosite liniile de contur (fig. 5.27), liniile de axe sau prelungirea liniilor de cotă (fig. 5.18).

Liniile de indicație sau de referință (liniile frânte) se folosesc în cazul coterii intervalelor mici, când spațiul dintre extremitățile liniei de cotă nu este suficient pentru înscrierea cotei. Liniile de indicație se trasează cu linie subțire continuă și pot fi prevăzute, dacă este necesar cu un braț de indicație (fig. 5.18, fig. 5.19). Liniile de referință se termină cu puncte, când se opresc pe o suprafață

și cu săgeți, când se opresc pe o linie.(fig. 5.19; fig. 5.21; fig. 5.22; fig.5.27).

Cotele, se scriu cu cifre arabe având forma și dimensiunile conform STAS 1343-83. Dimensiunea nominală a scrierii nu trebuie să fie mai mică de 3,5 mm. Toate cotele, inclusiv simbolurile, cuvintele și prescurtările aferente, se scriu utilizând o singură dimensiune nominală a scrierii.

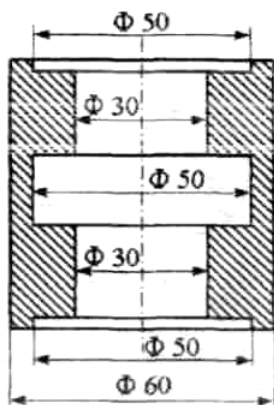


Fig. 5.28

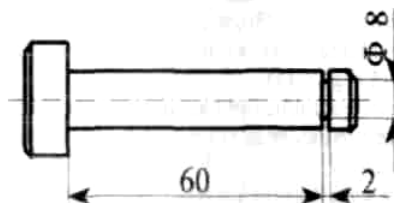


Fig. 5.29

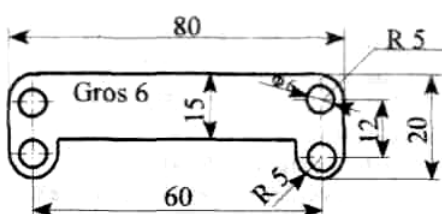


Fig.5.30

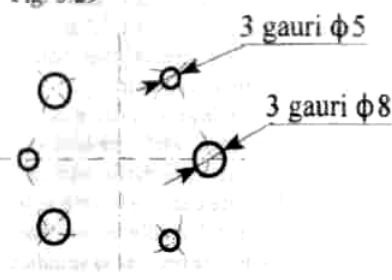


Fig. 5.31

Cotele corespunzătoare dimensiunilor liniare înscrise pe desen se exprimă în milimetri (mm). Simbolul unității de măsură (mm) nu se înscrie după cota respectivă, decât la indicarea acestor dimensiuni în părțile scrise ale desenului. În cazuri excepționale, când dimensiunile liniare trebuie să fie exprimate în alte unități de măsură decât milimetri, cotele respective se înscriu urmate de simbolul unității de măsură folosit, care trebuie să corespundă cu standardele în vigoare. Cotele pentru unghiuri trebuie să fie urmate de simbolul unității de măsură folosit ($^{\circ}$, $'$, $"$, rad, etc).

Cotele se scriu deasupra liniilor de cotă la o distanță de 1 - 2 mm de acestea, de preferință spre mijlocul lor și decalate alternativ una față de cealaltă (fig.5.28). Fac excepție de la această regulă cazurile în care spațiul pentru dispunerea cotelor fiind insuficient, acestea se înscriu fie în afara liniilor ajutătoare, de preferință în dreapta (fig. 5.29), fie în dreptul unor linii de indicație, fie pe brațul de indicație al liniilor de cotă (fig.5.30, fig.5.31).

Cotele se scriu în așa fel încât, în raport cu baza formatului, să poată fi citite de jos în sus și din dreapta desenului, evitându-se pe cât posibil utilizarea cotelor la care direcția liniilor de cotă este cuprinsă în zonele hașurate. Dacă nu se poate evita utilizarea liniilor de cotă cuprinse în zonele hașurate, cotele se vor înscrie conform figuri 5.32.

Cotele, precum și simbolurile, cuvintele și prescurtările aferente se scriu astfel încât să nu fie despărțite sau intersectate de linii de contur, de hașurare, de indicație, de axă sau ajutătoare. Dacă nu este posibil să se respecte această prescripție, în porțiunea în care se înscrie cota, liniile menționate se întrerup (fig. 5.33).

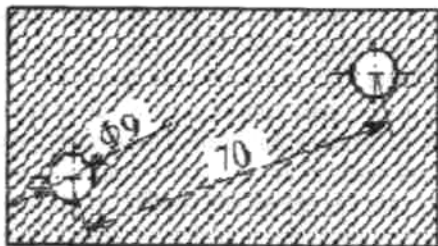


Fig. 5.32

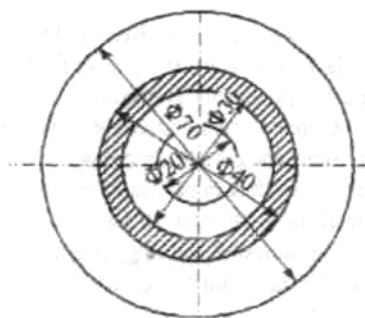


Fig. 5.33

În cazul suprafețelor hașurate, hașurile se întrerup în jurul cotelor, spațiului din jurul cotei dându-i-se o formă dreptunghiulară sau circulară (fig. 5.32). Când mai multe linii de cotă sunt tăiate de o linie de axă în mijlocul lor, pentru facilitarea citim desenului, cotele se înscriu alternativ în stânga și dreapta liniei de axă (fig. 5.28). Nu se admite scrierea cotelor în locul de intersecție a liniilor de cotă (fig. 5.33).

Cotele se scriu însoțite de următoarele simboluri:

Ø - se scrie înaintea cotei în toate cazurile în care se indică un diametru;

R - se scrie înaintea cotei în toate cazurile în care se indică o rază de curbură;

· - se trasează deasupra cotei în toate cazurile în care se indică lungimea unui arc de cerc;

□ - se înscrie înaintea cotei în toate cazurile în care se indică latura unui pătrat;

< - se înscrie în toate cazurile înaintea valorii unei conicități, vârful simbolului respectiv trebuind să fie orientat spre vârful conului;

În toate cazurile în care se indică raza sau diametrul unei sfere, înaintea cotei respective se înscrie cuvântul "Sferă" (fig. 5.34)..

Când este necesar să se indice egalitatea informativă (fără toleranțe) a două cote succesive, deasupra liniilor de cotă se trasează semnul =, fără a se înscrie valorile numerice respective (fig. 5.35).

Pe desenele de ansamblu, dacă specificul desenului nu are reglementări, cotele mai mari sau egale cu 1,00 m se indică în metri, cu două zecimale (chiar dacă acestea sunt zero), iar cele mai mici de 1,00 se indică în centimetri. Dacă trebuie indicați milimetri, aceștia se scriu sub formă de exponent ($2,37^5$ respectiv 12^5) conform STAS 1434-83. Pe desenele de ansamblu se înscriu cotele dimensiunilor nominale ale elementelor brute (zidărie de roșu, beton, armat sau beton simplu netencuit etc.) iar pe desenele de detaliu elementele se cotează cu dimensiunile de execuție.

Cotele dimensiunilor care nu sunt reprezentate la scara desenului se subliniază, cu excepția elementelor de construcție, figurate întrerupt (fig. 5.36). Cotele care nu se pot indica cu precizie și trebuie verificate la execuție sunt precedate de semnul ~ (fig. 5.36). Când sunt prevăzute două alternative de execuție, cotele pentru a doua alternativă se scriu în paranteze. În desenele de execuție se recomandă să se evite utilizarea acestui sistem.

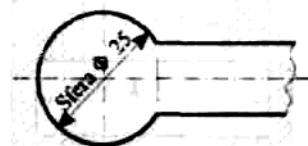


Fig. 5.34

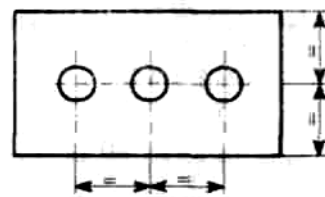


Fig. 5.35

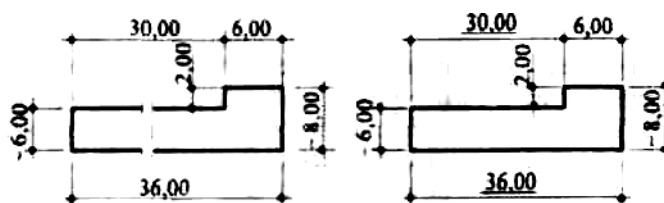


Fig. 5.36

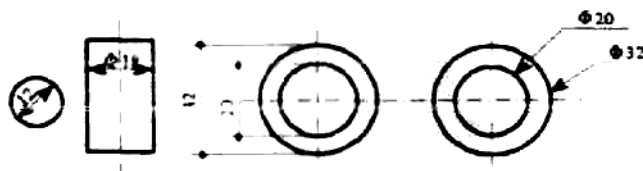


Fig. 5.37

Cotele diametrelor sunt precedate de semnul convențional (Φ); această notare nu este obligatorie pe reprezentările cu contur circular în cazul cercurilor concentrice, pentru a se evita trasarea mai multor linii de cotă prin același centru, se poate folosi cotarea la exterior sau pe linii de referință (fig. 5.37).

La cotarea desenelor se va evita:

- intersectarea liniilor de cotă între ele sau cu liniile ajutătoare ale altora;
- trasarea liniilor de cote exterioare în intervalul reprezentării obiectului;
- trecerea liniilor de cotă prin goluri;
- intersectarea liniilor de indicație sau de referință;
- trasarea liniilor de indicație sau de referință paralele cu liniile de contur, cu axele de simetrie, cu liniile de cotă și cu hașurile din zonele învecinate sau traversate;
- repetarea cotelor pe aceeași proiecție a elementului.

În desenul de construcții sunt utilizate și alte reguli și simboluri de cotare. În acest sens se poate menționa cota de nivel.

Cota de nivel este valoarea numerică a diferenței de înălțime dintre un punct al construcției și un reper de nivel stabilit pentru referire. Pentru cote de nivel absolute, reperul este suprafața Mării Negre, iar pentru cote relative, în general se alege ca reper de nivel suprafața pardoselii finite a parterului corpului principal al clădirii în cazuri speciale sau pentru alt gen de construcții se alege ca reper de nivel pentru cote relative oricare altă suprafață caracteristică a lucrării.

Cotele de nivel se indică în metri, cu două zecimale (chiar dacă acestea sunt zero), indiferent de modul de înscriere a celorlalte dimensiuni

Cota de nivel - reper se indică prin $\pm 0,00$, cotele de deasupra nivelului - reper sunt precedate de semnul plus (+), iar cotele de sub acesta sunt precedate de semnul minus (-).

La înscrierea cotelor de nivel se utilizează simboluri triunghiulare (triunghi echilateral), cu înălțimea egală cu dimensiunea nominală a cifrelor de cotă, astfel:

- pentru cotele relative raportate la reperul construcției, simbolul se înnegrește pe jumătatea din dreapta;
- pentru cotele relative, raportate la un nivel - reper din afara construcției, simbolul nu se înnegrește.

În proiecții verticale (secțiuni, elevații, fațade) simbolul se desenează cu vârful așezat pe linia care indică nivelul cotat, orientat în sus sau în jos; cota se scrie deasupra brațului orizontal, trasat la stânga sau la dreapta simbolului. În cazuri speciale, pentru claritatea desenului, simbolul cotei de nivel se poate reprezenta pe linie de indicație. În proiecții orizontale (planuri), simbolul se completează cu un dreptunghi în care se scrie cota de nivel (fig. 5.39)

7. INDICAȚII DE DETALIU ÎN DESENUL DE CONSTRUCȚII

Axele de trasare ale construcției se notează cu cifre arabe și litere majuscule, înscrise în pătrate, cu latura de 6 - 9 mm, după scara desenului. Axele transversale sau radiale ale construcției se notează cu cifre și axele longitudinale sau circulare cu litere (fig. 5.40).

Notarea axelor a două corpuri distincte alăturate, a axelor la rosturile de dilatație (sau de trasare) ale aceleiași clădiri și axele intermediare se face ca în fig. 5.41 a, b și c. Dimensiunile și poziția stâlpilor se cotează ca în figura 5.42.

Secțiunile elementelor mici, traverse, grinzi, șipci etc. pot fi cotate și prin înscrierea pe o linie de referință a dimensiunilor celor două laturi, înmulțite între ele. Prima cotă înscrisă va fi latura orizontală a elementului, după poziția sa de construcție (fig. 5.43).

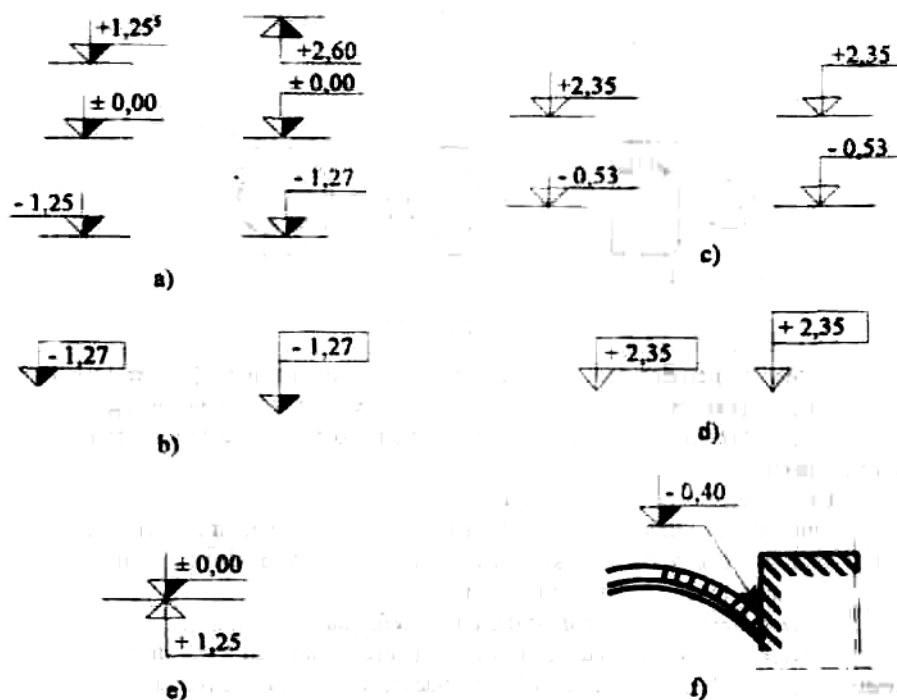


Fig. 5.39 Cote de nivel

a,b - înscrierea cotelor de nivel față de nivelul - reper al construcției, în proiecții verticale și orizontale; c, d - înscrierea cotelor de nivel față de un nivel - reper din afara construcției, în proiecții verticale și orizontale; e - înscrierea cotei de nivel - reper al construcției față de un nivel - reper din afara construcției, f - cotă de nivel notată cu ajutorul liniei de indicație.

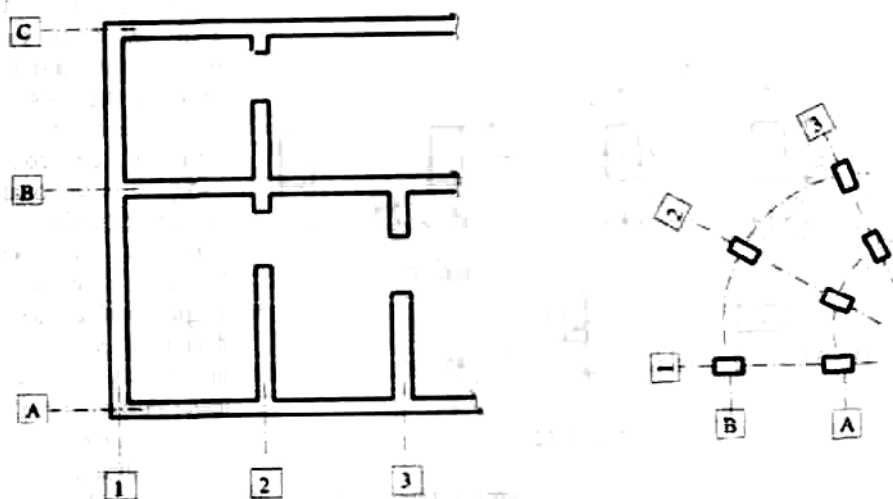


Fig. 5.40

La repetarea în șir a unor elemente identice sau echidistante, așezate pe aceeași linie, se poate înlocui șirul de cote parțiale cu o cotă totală între axele sau fețele elementelor marginale, scrisă sub forma unui produs, între numărul distanțelor egale și dimensiunea care se repetă. La capătul șirului se cotează unul sau două elemente, precum și dimensiunea care se repetă (fig. 5.44).

Cotarea unor elemente de construcții succesive, poziționate prin distanțe măsurate la un reper

comun, se poate face prin înscrierea cotelor pe o singură linie de cotă, delimitată cu un punct pe linia de reper și cu săgeți pe liniile ajutătoare (fig. 5.45).

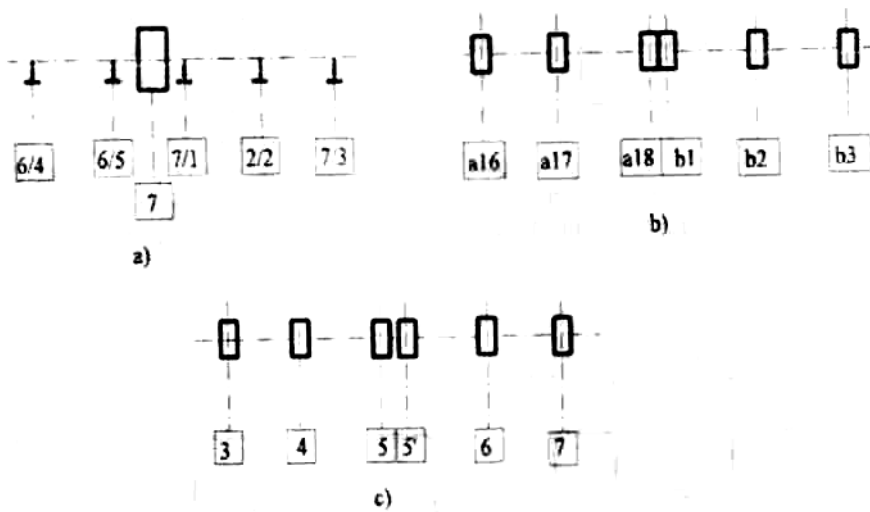


Fig. 5.41

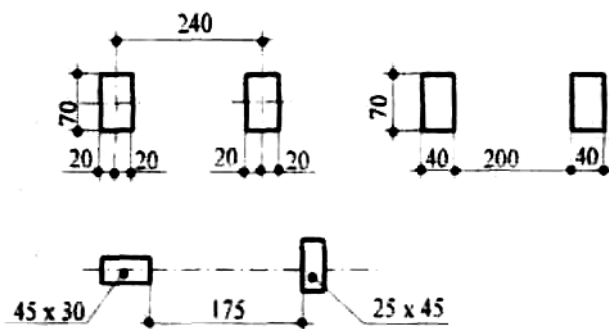


Fig. 5.42

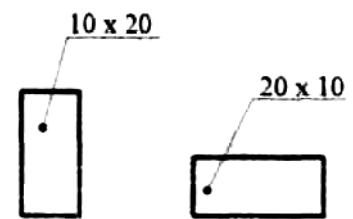


Fig. 5.43

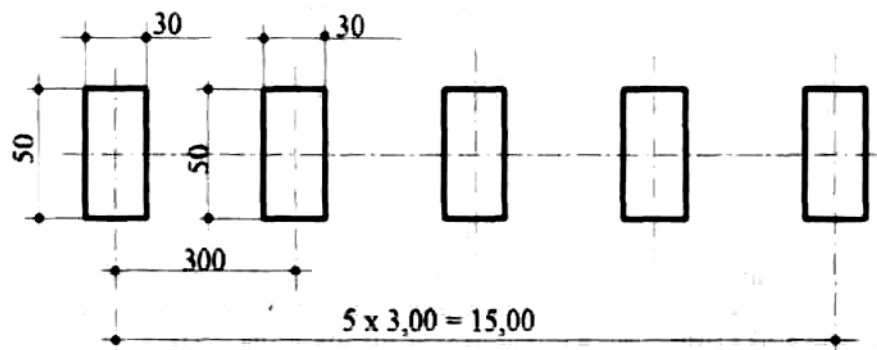


Fig. 5.44

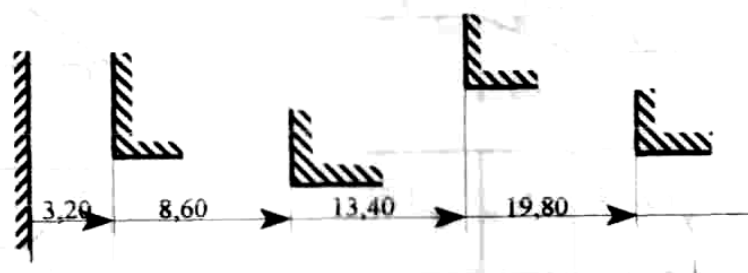


Fig. 5.45

Cotarea elementelor reprezentate integral, se poate face înscriind cotele parțiale de o singură parte a axului de simetrie, iar cotele generale complet. Dacă elementul simetric este reprezentat numai până la axa sa de simetrie, cotele se indică și se raportează până la această axă (fig. 5.46), iar în cazul elementelor cilindrice, pe linia de cotă totală, care depășește axa de simetrie cu 5 ... 10 mm se înscrie diametrul, precedat de semnul (p (fig. 5.22). În toate cazurile axa

de simetrie se notează cu semnul



(fig. 5.46).

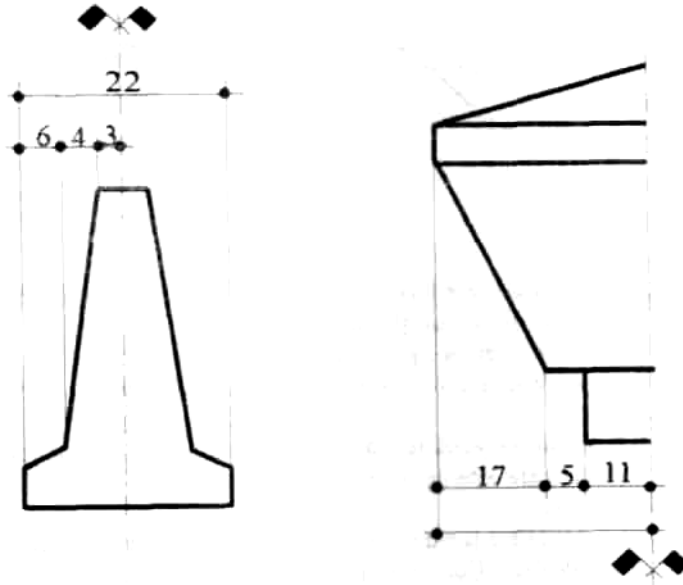


Fig. 5.46

Pantele se vor indica printr-o săgeată paralelă cu panta și având sensul de urcare pentru scări, rampe de circulație etc. și de coborâre pentru pantele de scurgere (acoperiș, terasament, canalizare etc).

Valoarea pantei se scrie sub formă de raport sau de procent, deasupra săgeții (fig. 5.47)

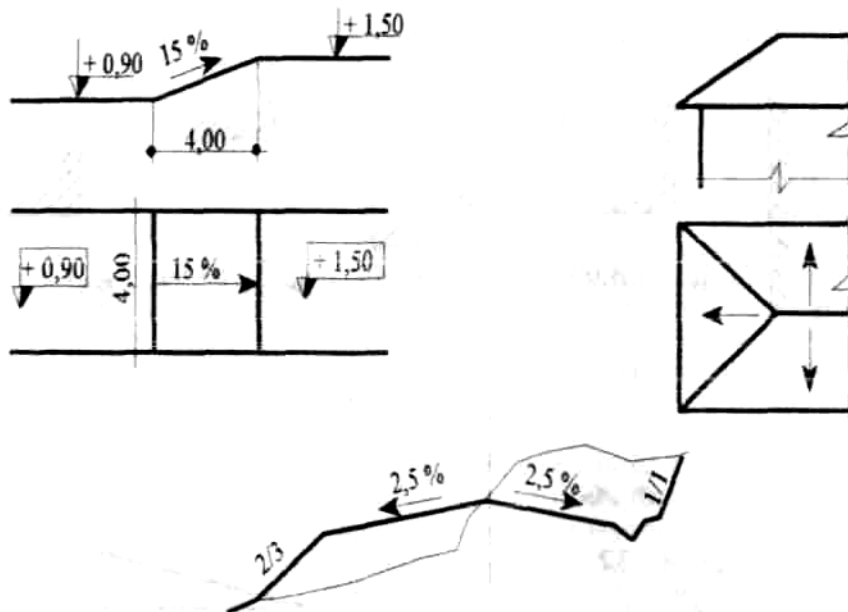


Fig. 5.47

BIBLIOGRAFIE

I) Standarde

1. SR ISO 10209-1:1996 / A99:2002 *Documentația tehnică de produs. Termeni referitori la desenul tehnic: generalități și tipuri de desene.*
2. SR EN ISO 5457:2002 *Documentația tehnică de produs. Formate și elementele grafice ale planșelor de desen;*
3. SR 74: 1994 *Împăturirea planșelor de desen;*
4. SR ISO 7200: 1994 *Desene tehnice. Indicator*
5. SR ISO 7573:1994 *Desene tehnice. Tabel de componență*
6. SR EN ISO 128-20, 21: 2002 *Desene tehnice. Principii generale de reprezentare.*
7. SR EN ISO 3096-0, 2, 5 -1993 *Documentația tehnică de produs. Scriere.*
8. STAS ISO 3098 –1 93 *Desene tehnice. Scriere. Caractere curente*
9. SR EN ISO 5456-1,2: 2002 – *Desene tehnice. Metode de proiecție. Reprezentări ortogonale.*
10. STAS 614:76 *Dispunerea proiecțiilor în desenul tehnic industrial*
11. SR EN ISO 5456: 1997 *Desene tehnice. Scări.*
12. STAS 105-87 *Desene tehnice. Reguli de reprezentare și notare a vederilor și secțiunilor în desenul tehnic industrial*
13. SR ISO 129-94 *Desene tehnice. Cotare. Principii generale, definiții, metode de executare și indicații speciale.*
14. SR ISO 406:91 *Desene tehnice. Tolerarea dimensiunilor liniare și unghiulare.*
15. STAS 9796 1-82 *Desene de construcții și arhitectura. Terminologie*
16. STAS 1434-83 *Linii, cotare, reprezentări convenționale, indicator*

II) Manuale

1. VRACA I. , *Desen tehnic*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1979
2. IANĂU V., ș.a. *Geometrie descriptivă și desen tehnic de construcții*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1975
3. IONESCU V., ș.a., *Desen tehnic de construcții*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1979